ميكانيك آلات الغزل

السنة الرابعة

قسم هندسة ميكانيك الصناعات النسيجية وتقاناتها

وقل رب زدني علما

منشورات جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية

ميكانيك آلات الغزل

(الجزء النظري)

الدكتور المهندس:

باسل يونس

مدرس في قسم هندسة ميكانيك الصناعات النسيجية وتقاناتها

1439 -1438
2018 -2017

وقل رب زدني علما
Damascus University

الفهرس

CONTENTS

الفهرس..... 5

مقدمة 11

الفصل الأول

المواد المستخدمة في تصنيع آلات الغزل والنسيج

1-1- مقدمة 13

1-2- أنواع المواد الهندسية 13

1-3- البنية الصلبة للمعادن 26

1-4- خواص المعادن والخلائط المعدنية الفيزيائية 27

1-5- اختبارات خواص المعادن الميكانيكية 29

1-6- طرق تشكيل المعادن 38

1-7- المعالجات الحرارية 40

1-8- المواد المساعدة لعمليات التشغيل والإنتاج 41

الفصل الثاني

عناصر آلات الغزل

2-1- مقدمة 43

2-2- الاجهادات التي تتعرض لها عناصر الآلات 43

2-3- عناصر الآلات 44

2-4- تصميم وتصنيع عناصر الآلات بواسطة الحاسب(CAD-CAM) 86

الفصل الثالث

أساسيات ومعادلات الحركة في آلات الغزل

3-1- مقدمة 89
3-2- التمثيل التخطيطي لمعادلات الحركة النسبية 89
3-3- الحركات البسيطة 93
3-4- الحركة الإنسحابية والدورانية لجسم صلب 100
3-5- الحركة المركبة لجسم صلب 101
3-6- معادلات الحركة في الات الغزل 104

الفصل الرابع

القوى والاستطاعة

4-1- مقدمة 111
4-2- أنواع القوى المؤثرة في الآلات وتحليلها 111
4-3- عمل القوة والقدرة الحركية والعزم الحركي 115
4-4- تحديد مركز ثقل جسم 117
4-5- مركز تأثير القوة 119
4-6- الاحتكاك في الآلات وأنواعه 119
4-7- عزم العطالة 122
4-8- موازنة الآلات 128
4-9- تطبيقات عملية 129

الفصل الخامس

آلات الخلط والفتح والتنظيف وصنع الملفات

5-1- مقدمة 133
5-2- أجزاء خط الخلط والفتح والتنظيف 136
5-3- الحسابات الميكانيكية 156
5-4- التجهيزات المتممة في خطوط الفتح والتنظيف الحديثة 174
5-5- مواصفات فنية لخط فتح وتنظيف حديث 178

الفصل السادس

آلات الكرد

6-1- مقدمة 183
6-2- نظرية الكرد 184
6-3- أجزاء الة الكرد 186
6-4- الية عمل الة الكرد 196
6-5- حسابات خاصة بعملية الكرد وتحديد العوادم 202
6-6- القوى المؤثرة على الألياف في عملية الكرد 207
6-7- القوى المؤثرة على سطح الاسطوانة 208
6-8- حسابات ميكانيكية لآلية نقل الحركة في الة الكرد 209
6-9- تعيير آلات الكرد ومشاكلها 213
6-10- الأجهزة الملحقة بالات الكرد الحديثة 216
6-11- مواصفات فنية لآلة كرد عالية الإنتاجية 222

الفصل السابع

آلات السحب

7-1- مقدمة 225
7-2- نظرية السحب 226
7-3- أجزاء الة السحب والية العمل 234
7-4- العلاقة بين السحب وممرات وانتظامية السحب 247
7-5- حسابات تصميمية 249
7-6- عيوب الات السحب وأسبابها الميكانيكية 265
7-7- التطورات الحاصلة على الات السحب الحديثة 267
7-8- مواصفات فنية لآلة سحب حديثة 273

الفصل الثامن

آلات تحضير ملفات التمشيط وآلات التمشيط

مرحلة تحضير ملفات التمشيط 277
8-1- مقدمة 277

8-2- تحضير الشريط المسرح 278
8-3- أجزاء الة تجميع الأشرطة والية توصيل الحركة 282
8-4- الة سحب وتطبيق الملفات 292
8-5- مخطط وحسابات نقل الحركة 294
8-6- عيوب الات تحضير الملفات وأسبابها 300
8-7- الأجهزة الملحقة بالات تجميع الملفات وتطورات الات تحضير الملفات 301
مرحلة التمشيط 307
8-8- مقدمة 307
8-9- نظرية التمشيط 308
8-10- أجزاء الة التمشيط والية العمل 308
8-11- دورة التمشيط ومخطط برنامج دورة التمشيط 325
8-12- مخطط وحسابات نقل الحركة في الة التمشيط 333
8-13- عيوب الات التمشيط وأسبابها 338
8-14- تطورات الات التمشيط الحديثة 340

الفصل التاسع

آلات البرم

9-1- مقدمة 345
9-2- أجزاء الة البرم والية عملها 345
9-3- أنظمة قيادة الفانوس 353
9-4- المحركات الكهربائية في الات البرم الحديثة 361
9-5- حسابات الحركة النسبية بين البكرة والفانوس 366
9-6- بناء بكرة المبروم في الة البرم 369
9-7- القوى المؤثرة على جناح الفانوس 373
9-8- الجهاز التفاضلي وحساب السرعة الزاوية 374
9-9- مخطط وحسابات نقل الحركة في الة البرم 378
9-10- العيوب المتوقع حدوثها في الة البرم وأسبابها 383
9-11- التطورات الحاصلة على الة البرم 384
9-12- مواصفات فنية لالة برم حديثة 389

الفصل العاشر

آلات الغزل الحلقي

10-1- مقدمة 393
10-2- أجزاء آلة الغزل الحلقي والية عملها 394
10-3- طرق تحريك المغازل 444
10-4- حسابات ميكانيكية 451
10-5- بعض الأنظمة الميكانيكية – الكهربائية – الكترونية الملحقة 494
10-6- أسباب انقطاع الخيوط في آلة الغزل 499
10-7- طرق حديثة في تتبع المنتج على خطوط الغزل 500
10-8- مواصفات فنية لآلة غزل حلقي حديثة 501

الفصل الحادي عشر

آلة الغزل التوربيني

11-1- مقدمة 505
11-2- أجزاء آلة الغزل التوربيني والية العمل 507
11-3- الية اللف في آلة غزل الطرف المفتوح 509
11-4- سلوك الألياف في الغزل التوربيني 509
11-5- الروتور 512
11-6- اسطوانة التفتيح 521
11-7- وحدة اللف 522
11-8- مخطط نقل الحركة وحسابات خاصة بأجزاء آلة الغزل التوربيني 528
11-9- تطور آلة الغزل التوربيني 537
11-10- أسباب التقطعات على آلة الغزل التوربيني 544
11-11- مواصفات فنية لآلة غزل توربيني حديثة 544

الفصل الثاني عشر

العمليات المتممة والأنظمة الحديثة في صالة الغزل

12-1- مقدمة 547
12-2- العمليات المتممة في صالة الغزل 548
12-3- حسابات ميكانيكية خاصة بالعمليات المتممة 562
12-4- تطور العمليات المتممة في صالة الغزل 564
12-5- أنظمة غزل أخرى حديثة (احتكاكي، إعصاري، خيوط مفتلة) 567
12-6- الية عمل أنظمة الغزل الحديثة 579
12-7- حسابات خاصة بأنظمة الغزل الحديثة 593

الفصل الثالث عشر

مواضيع متممة في ميكانيك آلات الغزل

13-1- مقدمة 599
13-2- دور التصميم الجيد للآلة بالجودة والتحكم بها 599
13-3- إنتاجية وتكاليف مراحل الغزل وعلاقتها بالآلة 602
13-4- بيئة العمل والملوثات والضوضاء المرتبطة بالات الغزل 607
13-5- صيانة وإصلاح الآلات في خط الغزل 611

المصطلحات العلمية 617

المراجع 621

مقدمة

Introduction

تعتبر دراسة ميكانيك الآلات من المواضيع الهامة التي يجب أن يعتني بها الطالب لأنه لا غنى لمهندس الغزل والنسيج عن معرفة أجزاء الآلات في مصانع الغزل وطريقة حركتها وحساباتها مما يحقق التوجيه الصحيح لمراحل عملية الغزل وضمان جودة الإنتاج وخفض تكاليف عمليات الإنتاج.

يشكل هذا الكتاب مرجعاً تعليمياً خاصاً بمقرر ميكانيك آلات الغزل لطلاب السنة الرابعة في قسم هندسة ميكانيك الصناعات النسيجية وتقاناتها وللمختصين والفنيين والمهتمين.

يحتوي هذا الكتاب على مجموعة من الفصول المرتبة ترتيبا علميا وبأسلوب سَلس مفيد وبعيد عن الطرق الكلاسيكية التقليدية وذلك بما يتناسب مع تطورات صناعة الغزل والاحتياجات الرئيسية لمهندس الغزل والنسيج وتوسيع معرفته وتعميقها، وقد تم مراعاة التطور الكبير في آلات خطوط الغزل وأنظمتها الحديثة قدر الإمكان خلال فصول هذا الكتاب لتحقيق الفائدة المرجوة منه.

يتناول الفصل الأول في هذا الكتاب المفاهيم الأساسية المتعلقة في المواد المستخدمة في تصنيع آلات الغزل والنسيج وأنواعها وخواصها ومعالجاتها، مما يفيد الطالب في موضوع اختيار المواد الأولية لتصميم قطع الغيار وتصنيعها أو استبدالها، وغير ذلك من المواد الخاصة بآلات الغزل.

يتطرق الفصل الثاني لأهم عناصر آلات الغزل وحساباتها بشكل مختصر ومفيد، ويتناول الفصل الثالث الأساسيات الخاصة بأنواع الحركة ومعادلاتها في آلات الغزل وذلك لأهمية تلك الحسابات في معايرة أجزاء الآلات وحساباتها.

يتحدث الفصل الرابع عن القوى المؤثرة بالآلات وأنواعها وحساباتها، وحساب العزوم والاستطاعة وأهمية موازنة الآلات في خطوط الغزل.

تتناول الفصول، من الفصل الخامس إلى الفصل الحادي عشر، مراحل عملية الغزل بشكل مفصل تبعا لترتيبها (الفتح والتنظيف – الكرد – السحب – التمشيط – البرم – الغزل الحلقي – الغزل التوربيني) وبيان أجزاء الآلات الحديثة منها والتقليدية لكل مرحلة وكيفية تصميمها والتجهيزات الملحقة بها وأهم الحسابات الميكانيكية اللازمة لمهندس الغزل والمواصفات الفنية الواجب مراعاتها عند اختيار الآلات، وتم التطرق للعيوب الخاصة بكل مرحلة وأسبابها وطرق تلافيها بما يتعلق بموضوع ميكانيك الآلة وكذلك طرق صيانة الآلات وتم التنويه عن التطورات الخاصة بالآلات لكل مرحلة.

يتناول الفصل الثاني عشر العمليات المتممة وأنظمة الغزل الحديثة في صالة الغزل وأهم حساباتها الميكانيكية والتصميمية، وهو موضوع هام للطالب ويعطيه القدرة على التعامل مع أنظمة الغزل الحديثة.

تم تخصيص الفصل الثالث عشر ليتحدث عن مواضيع متممة في ميكانيك آلات الغزل وخاصة بعلاقة جودة المنتج مع تصميم الآلة وأجزائها الميكانيكية وإلى أهم الشروط الخاصة الواجب توفرها في بيئة العمل من رطوبة وحرارة وإنارة وضجيج والنسب النظامية الواجب الالتزام بها، وكيفية تنظيم صيانة آلات الغزل وإصلاحها وجدولتها، وهي أمور لابد من التنويه لها لدورها الهام في توفير بيئة جيدة للعمل ولتأثيرها الكبير على صحة العامل في المرتبة الأولى و اهتلاك الآلات و فعالية عملها في المرتبة الثانية.

آمل أن أكون قد وفّقت في تأليف هذا الكتاب بما يحقق الفائدة المرجوة منه، وأضفْت مرجعاً جديداً إلى المكتبة الهندسية العربية، والله وليّ التوفيق.

المؤلف

دمشق 21 / 03/ 2017 **الدكتـور المهندس باسل يونس**

الفصل الأول

1 – المواد المستخدمة في تصنيع آلات الغزل والنسيج
Materials Used In Manufacturing of Textile Machinery

1-1- مقدمة (Introduction)

لابد من استعراض المواد المستخدمة في تصنيع الآلات بشكل عام وآلات الغزل والنسيج بشكل خاص لأن الآلات المستخدمة في قطاع الغزل والنسيج ذات آليات معقدة تنجز العمل المنشود بدقة متناهية، وبالتالي يلزم لتصميمها والعناية بها معرفة خاصة بالمواد اللازمة للتصنيع سواء كانت معدنية أو غير معدنية وغيرها من المواد المساعدة وخصوصا عند استبدال الأجزاء الميكانيكية وإصلاحها وصيانتها.

سيتم في هذا الفصل استعراض أنواع المواد الهندسية وبنيتها وكيفية تشكلها وخواصها الميكانيكية والفيزيائية وأنواعها وطرق تشكيل المعادن والفرق فيما بينها وكيفية معالجة المعادن وإنهائها. وسيتم التطرق بشكل خاص لبعض المعلومات التي قد يحتاجها مهندس الغزل لمعرفة خواص المعدن والاختبارات الخاصة للتعرف على البنية الداخلية للخلائط وتحليلها حسب خصائصها الفنية والطبيعية التي تلزم المهندس والفني عند اختيار المواد عند استبدال القطع التبديلية أوتصميمها أوتصنيعها.

1-2- أنواع المواد الهندسية (Types of Engineering Materials)

تم اختراع عناصر آلات مصنوعة من الحديد وخلائطه مكان المعدات الخشبية القديمة المستخدمة في التصنيع خلال الثورة الصناعية في ستينيات القرن السابع عشر ميلادي في انكلترا، وامتد استخدام المواد الهندسية الجديدة لبقية دول أوروبا والولايات المتحدة والعالم خلال القرن التاسع عشر وصولا للمواد التركيبية المعقدة وصناعة القطع الميكانيكية بطريقة الطباعة ثلاثية الأبعاد باستخدام مساحيق مطورة ذات خصائص ميكانيكية جيدة ووزن خفيف وعمر مفترض أطول. لابد للمهندسين والعاملين في مجال ميكانيك الآلات من امتلاك معرفة جيدة حول المواد الهندسية والعلاقة بين بنية المادة

وخواصها. يبين (جدول 1-1) مثال عن مقارنة بين نسب المواد الداخلة في تصنيع بعض آلات خط الغزل علما أن تلك النسب غير ثابتة وتتغير من آلة لآلة ومن شركة لشركة. يمكن تقسيم المواد إلى معادن حديدية ومعادن غير حديدية والخلائط المعدنية ومواد غير معدنية طبيعية أو اصطناعية.

جدول 1-1:مقارنة بين نسب المواد المستخدمة في بعض آلات الغزل

المادة	النسبة %		
	آلة غزل حلقي	آلة كرد	آلة تفتيح
فونت عادي	69.28	82.47	64.86
سبائك خاصة	25	12.35	7.68
معادن غير حديدية	0.07	0.11	0.18
معادن أخرى	3.23	2.39	1.8
خلائط مدلفنة	1.37	1.5	24.12
وصلات معدنية	0.7	1.02	1.12

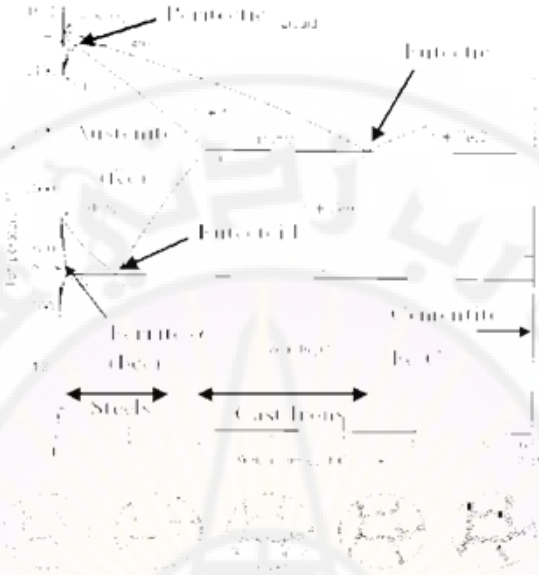
1-2-1- المعادن الحديدية (Ferrous Metals)

يعتبر الفولاذ والفونت والحديد المطاوع من أهم الأمثلة عن المعادن الحديدية وسيتم تناولها باختصار:

1-2-1-1- الفولاذ (Steel)

وهو حديد لا تتجاوز نسبة الكربون فيه 2 % بشكل عام ويمكن أن تزيد نسبة الكربون المذكورة في الفولاذ الكرومي، يناسب الفولاذ تصنيع أجزاء الآلات ذات السرع العالية والمتغيرة بشكل مفاجئ والمعرضة للصدمات كالحلقات والخوابير والبراغي والأذرع وهياكل الآلات والمحاور والمسننات وله عدة أنواع تناسب استخدامات متعددة وتتراوح متانتها في المجال $(320-700)\times10^6\ N/m^2$. مع زيادة نسبة الكربون تزداد قساوة الفولاذ وصلابته ومقاومته للتيار الكهربائي بينما تنخفض درجة انصهاره وقابليته للحام والتطريق والتشكيل بالآلات القاطعة. تختلف بنى الفولاذ حسب نوع العناصر السبائكية وكميتها واختلاف

نسبة الكربون وطريقة المعالجة، يبين الشكل 1-1 مخطط الحديد والكربون ونسبة تأثير الكربون على تركيب الفولاذ (بنية الفولاذ)، ويقسم الفولاذ إلى:



شكل 1-1: مخطط الحديد والكربون و تأثير نسبة الكربون على بنية الفولاذ

1- **الفولاذ الكربوني (غير السبائكي)**: يعتبر الفولاذ غير سبائكي إذا لم يتجاوز مجموع عناصر الخلط المختلفة 1.8%، على سبيل المثال (0.05 % سيليسيوم، 0.8% منغنيز، 0.09 % فوسفور، 0.06 % كبريت، 0.25% نحاس، 0.1% ألمنيوم). تكون العناصر الداخلة بتركيبه عبارة عن حديد خام (سيليسيوم، منغنيز، فوسفور،كبريت) وعناصر من غازات الفرن وعناصر من خردة الفولاذ المضافة (نيكل وكروم) التي قد توجد بشكل عفوي غير مقصود وبنسب قليلة جدا، يمكن استخدامه في تصنيع هياكل آلات الغزل ومسننات نقل الحركة.

2- **الفولاذ السبائكي:** يعتبر الفولاذ سبائكياً إذا تجاوز مجموع عناصر الخلط المختلفة 1.8%، ويعتبر فولاذاً سبائكياً منخفض الكربون إذا كانت النسبة اقل من 5% أو فولاذاً سبائكياً مرتفع الكربون إذا كانت النسبة اكبر من 5% وتكون نسبة الكربون قليلة في

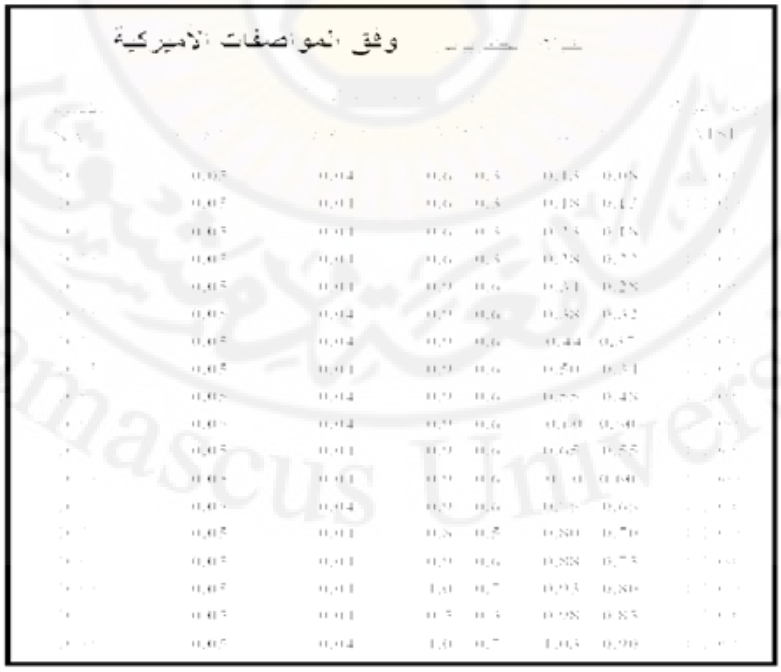
الفولاذ السبائكي وبالإضافة إلى عناصر الفولاذ غير السبائكي فهو يحوي عناصر أخرى مثل الكروم والمولبيديوم والنيكل للحصول على مواصفات محددة. وهنا يجدر بالذكر بان هناك تعدداً هائلاً لتركيبات سبائك الفولاذ ولابد من وجود معايير لتصنيف الفولاذ وتسميته ومعرفة تركيبه الكيميائي وخصائصه ومعالجاته الحرارية العامة وأهم تطبيقاته. ولكل دولة صناعية تصنيفها وفق النظام والكود الخاص بها مثلا: أمريكا (AISI/SAE/ASTM)، ألمانيا (DIN)، فرنسا (AFNOR)، إسبانيا (UNE)، بريطانيا (B.S) ، إيطاليا (UNI)، السويد (SS) ، روسيا (GOST) ، اليابان (JIS). ويُعدّ التصنيف الأمريكي للفولاذ الأوسع انتشاراً، وتعتمد تسمية الفولاذ في النظامَين AISI و SAE على أربعة أرقام رئيسة، حيث يشير الرقم الأول من اليسار إلى صنف الفولاذ (حيث 1 كربوني و 2 مع نيكل و 3 مع نيكل- كروم و 4 مع مولبيديوم و 5 كرومي) ويشير الرقم الثاني إلى تركيز العنصر المميز للفولاذ (والمحدَّد بالرقم الأول)، أما الرقمين الثالث والرابع فيشيران إلى محتوى الخليطة من الكربون كنسبة مئوية. يمثل الرمز (SAE 1040) فولاذ كربوني و (SAE 2515) فولاذ سبائكي.

3- **فولاذ الإنشاءات:** يستعمل في صنع الآلات وهو فولاذ كربوني وتكون نسبة الكربون فيه بين 0.25 و0.6 % وهو قابل للمعالجة ويستخدم بعد معالجته، وأما أن تكون نسبة الكربون أقل من 0.25 % ويكون غير قابل للمعالجة ويستعمل بشكله العادي أو بعد تشكيله على البارد أو بتفحيم سطحه وسقايته حسب الغرض المطلوب.

4- **فولاذ العدد (فولاذ العدة):** فولاذ عالي الكربون ذو صلابة عالية ومقاوم للتآكل والاهتراء وتختلف أنواعه حسب العناصر الداخلة في خلائطة وتكون نسبة الكربون فيه اكبر من 0.4% ليكون قابل للتقسية، والشرط الأساسي هو أن يكون الفولاذ المذكور قابل للمعالجة الحرارية لزيادة قساوته مع المحافظة على مقدار كاف من المرونة والمتانة كالتركيب التالي (1.04% كربون و0.35% سيليكون و0.35% منغنيز) أو كالتركيب (0.02% كربون و0.03% فوسفور و 1% كبريت). ويعتبر فولاذ العدد نقياً من الشوائب ذا قابلية تقسية عالية ومحتوى متوسط وعالي من الكربون وتصل عناصر الخلط في بعض أنواعه حتى 25%. يمكن تصنيف فولاذ العدد السبائكي إلى فولاذ العدد المقاوم للصدم وفولاذ العدد للعمل البارد وفولاذ العدد للعمل الحار و فولاذ العدد للسرعات العالية.

5- **الفولاذ ذو البنية النوعية:** يحتوي على الكبريت (0.4%) والفوسفور (0.035-0.04%). نسبة المنغنيز العالية تعطي الفولاذ متانة عالية وصلابة ومقاومة اهتراء. يمكن أن يكون الفولاذ منخفض الكربون (0.050-0.25% كربون) مناسب لصنع المسننات والمحاور والكامات، أو فولاذ متوسط الكربون (0.25-0.6% كربون) مناسب لصنع السلاسل والمضاجع والأعمدة المسننة والجرائد المسننة وأسنان المشط في آلة التمشيط، أو فولاذ عالي الكربون (0.6-2% كربون - حديد زهر) مناسب لصناعة النوابض والسيغمانات وأعمدة الدوران. هناك أنواع فولاذ خاصة سبائكية مقاومة للحرارة أو مقاومة للتأكسد أو مقاومة للتآكل الميكانيكي وذلك تبعا للعناصر السبائكية الداخلة في تركيبها. يمكن تصنيف العناصر السبائكية حسب قابلية تشكيل الكربيدات ودورها في ثبات نوع البنية مثل العناصر المشكّلة للكربيدات (Cr-W-V-Mo-Ti-Mn) والعناصر التي تميل إلى تفكيك الكربيدات (Ni-Si-Co) والعناصر الداعمة لاستقرار الأوستنيت (Co-Ni-Mn) و العناصر الداعمة لاستقرار الفرّيت (Cr-Mo-V-W-Ti-Si). يبين (جدول 1-2) أنواع الفولاذ تبعا للمواصفات الأميركية.

جدول 1-2: أنواع الفولاذ تبعا للمواصفات الأميركية


وفق المواصفات الاميركية

تضاف عدة عناصر لخلائط الفولاذ مثل الفوسفور(P) والكبريت (S) والتنغستن(W) والفاناديوم(V) والكوبالت (Co) والسيليسيوم (Si)، يستخدم السيليسيوم في صناعة فولاذ النوابض كونه يزيد من صلابة الفولاذ ومقاومته للتيار الكهربائي ومرونته. ولابد من التعرف على التأثير المضاف لكل من العناصر على الفولاذ كما يبين جدول 1-3:

جدول 1-3: التأثير المضاف لكل من العناصر على الفولاذ

العنصر	تأثير إضافته على الفولاذ
الكربون C	تزداد كل من القساوة ومتانة الشد مع انخفاض متانة الصدم،وانخفاض الاستطالة النسبية. وبزيادة محتوى الكربون فوق (0.85%) فإن ذلك يؤدي إلى انخفاض المتانة.
المنغنيز Mn	زيادة المتانة والقساوة كما أنه يزيد معدل التبريد الحرج و قابلية الفولاذ للتقسية، زيادة مقاومة الكشط، ويساعد في الحصول على نعومة سطح أفضل لكونه يندمج مع الكبريت وبذلك تقليل تشكل السولفيدات والتي تُعدّ المسؤولة عن الحساسية للتشققات الساخنة.
السيليكون Si	تنعيم الكربيدات و تفتّت صفائح الفريت ويحسّن السيلكون قساوة الفولاذ ولكنه يقلّل من اللدونة ومتانة الشد.
النيكل Ni	زيادة المتانة والمقاومة للفولاذ، يحسّن مقاومة التآكل ويزيد مقاومة التأكسد، و يكون تأثيره في الخصائص الميكانيكية للفولاذ واضحاً حتى عندما يوجد بكميات قليلة
الكروم Cr	يحسّن من خواص الطّرق للفولاذ. ويزيد من مقاومة التآكل في الفولاذ و قابلية التقسية للفولاذ و متانة الشد ومقاومة الكشط ولا ينجذب الفولاذ الكرومي إلى الحقل المغناطيسي.
الموليبدينيوم Mo	يزيد من عمق التقسية و بالدمج مع عناصر أخرى يزيد المتانة ومقاومة الزحف بالإضافة إلى المقاومة الحارة للفولاذ ويقلل وجود الموليبدينيوم من قابلية الفولاذ لهشاشة الإرجاع.
التنغستين W	يزيد القساوة الحمراء العالية ومقاومة الكشط والمقاومة الحارّة، كما يبطئ التنغستين تحول الأوستنيت إلى مارتنسيت ويعيق أيضاً نمو الحبيبات لذلك فإن فولاذ خلائط التنغستين غير حساس للتسخين الزائد.
الفناديوم V	يزيد الفناديوم من قيم متانة الشد وقيم حد الخضوع ويحسّن النسبة بينهما، ويزيد من القساوة الحارة وعندما يوجد بكميات كافية في فولاذ العدد فإنه يزيد من مقاومة الاهتراء للفولاذ.

1-2-1-2- حديد الفونت (Cost Iron)

حديد تتراوح نسبة الكربون به (2-67.6) % بالإضافة إلى منغنيز وسيليسيوم وكبريت وفوسفور كرواسب طبيعية، وهو مقاوم للثني والضغط وذو متانة عالية ويمتص الاهتزازات بسرعة ويمكن الحصول على أشكال معقدة بعملية صبه وله أربع أنواع تبعا للتركيب الكيميائي:

- **الفونت الأبيض:** يحصل عليه بالتبريد السريع وهو قوي وهش ولا يستخدم في صناعة الآلات للأسباب السابقة ولصعوبة تشكيله بالآلات القاطعة.

- **الفونت الرمادي:** يتم الحصول عليه من خلال التبريد البطيء مما يسمح لجزيئات الكربون لتتوزع بشكل منتظم مما يجعله يتحمل الاجهادات القوية المتغيرة ونظرا لمتانته العالية يستخدم بكثرة لإنتاج أجزاء آلات الغزل والنسيج كالمساند ومضاجع الرولمانات والأجزاء الصغيرة كالمسننات وأقراص الفرامل والفواصل والبكرات وأجهزة السحب والمغازل والاسطوانات الضاغطة، وذلك تبعا لطبيعة العمل الواجب انجازه والقوى المؤثرة والاجهادات الناتجة ويمكن توفر الفونت الرمادي بمتانات مختلفة للشد و قابلية الثني ويمكن أن يتحمل الاجهادات المتغيرة بسرعة.

- **الفونت الرصاصي:** يحتوي على كربيد الحديد وبيرليت الحديد ويعرض للتبريد السريع بعد المعالجة الحرارية بوضعه في الفرن لمدة أربع ساعات لإزالة الاجهادات والقوى غير المنتظمة في درجة حرارة 250-520 درجة مئوية، وبذلك يكتسب قساوة عالية ويستخدم للأجزاء المعرضة لصدمات عالية كأجزاء آلة الكرد والأعمدة اللامركزية.

- **الفونت الهش:** يتم الحصول عليه بعد سلسلة من المعالجات الحرارية للفونت الأبيض. له نوعان إما فونت هش أمريكي يعرض لحرارة من 800 إلى 1000 درجة مئوية في وسط رملي، أو فونت هش أوروبي يصنع بتعريضه لوسط حمضي. يستعمل لتصنيع أجزاء صغيرة ومعقدة التصميم والتي لا تحتاج لمتانة عالية ولكن تتمتع بمرونة عالية وقدرة على تحمل الصدمات الديناميكية المتغيرة التي لا يمكن أن يتحملها الفونت الرمادي كسلاسل نقل الحركة والمسننات وأجزاء الدوفر في آلة الكرد وأجزاء آلة السحب.

- **الفونت العالي الجودة:** يصنع بإضافة عناصر معدنية إضافية إلى كربون الفونت لإعطاء مواصفات معينة للفونت كزيادة المرونة أو المتانة وتحمل الاهتزازات ومقاومة

الاهتراء (بإضافة نيكل وكروم وموليبيديوم) والاحتراق والتأكسد والصدأ (بإضافة نيكل وكروم ونحاس). يصنع منه بعض أنواع المسننات والكامات والرولمانات وتكون سطوحها المحتكة مزودة بالزيت باستمرار وبتسامح (10-15)% بين العمود والجلبة.

1-2-2- المعادن غير الحديدية (Non-Ferrous Metals)

وتعرف بالمعادن الملونة ويمكن أن تكون معادن ملونة خفيفة كالألمنيوم والتيتانيوم والمغنزيوم حيث لا تتجاوز كثافتها 5 (g/cm^3) أو معادن ملونة ثقيلة كثافتها أعلى من 5 (g/cm^3) كالنحاس والرصاص والقصدير والزنك والنيكل والكروم والمنغنيز، وتستخدم المعادن غير الحديدية بشكل محدود في آلات الغزل مقارنة مع المعادن الحديدية نظرا لخصائصها الميكانيكية المحدودة وتكاليفها العالية ولكن لابد منها لخصائصها الجيدة (كناقليتها للكهرباء) ووزنها النوعي الخفيف.

1-2-2-1- النحاس (Cu)

يعتبر النحاس (كثافة 8.94 g/cm^3) من أكثر المعادن الناقلة للكهرباء بعد الفضة ويتميز بمتانة ميكانيكية جيدة وقابلية التشغيل بالسحب والطرق والتشكيل ومقاومة التأكل والأكسدة وقابل للحام بشكل جيد. ينصهر عند الدرجة (1083) درجة مئوية ولا ينتج بالسباكة لأنه يحوي فقاعات هوائية كثيرة ويعتبر النحاس المنتج من التحليل الكهربائي من أنقى الأنواع. يتميز النحاس الأصفر بناقلية الكهرباء والحرارة العالية ويبدي خصائص ميكانيكية جيدة وهو صعب التأكسد والتلدن ومقاوم للصدمات ويمكن تصنيع خلائط برونزية (سبائك الزنك النحاسية). يستخدم النحاس لتصنيع الأسلاك الكهربائية واللوحات الالكترونية وفي صناعة الملفات الكهربائية، ولا يرغب بوجود النحاس في الفولاذ عند السحب والتطريق والدرفلة كونه ينقص من قابليته للسحب والدرفلة والتطريق على الرغم من انه يزيد من قساوته ومتانته ولكن ليس بنفس درجة تأثير الكربون.

1-2-2-2- الألمنيوم (Al)

الألمنيوم (كثافة 2.7 g/cm^3) هو معدن ذو لون ابيض فضي ويجب أن يكون نقياً بنسبة 99.5% ، مقاومته النوعية للكهرباء أعلى من مقاومة النحاس بـ 1.6 مرة وينصهر عند الدرجة 660 درجة مئوية ويتمدد في الحرارة بشكل جيد ويقاوم الماء والأحماض وغير مقاوم لمياه البحر والقلويات. نظرا لخفة وزنه وناقليه الجيدة للكهرباء

والحرارة، يستعمل لتصنيع لأجزاء الدوارة وفي صناعة موصلات الخطوط عالية الجهد. وهو مقاوم للتأكسد وسهل التشكيل بالطرق والسحب والدرفلة والقطع واللحام وعمليات التشغيل الأخرى. يمكن خلطه مع معادن أخرى لصنع سبائك لتطوير خصائصه الميكانيكية كونه لا يتحمل قوى الشد الكبيرة. يشكل الألمنيوم بإضافته للفولاذ نتريدا ثابتا يساعد على منع تشكل فقاعات أو جيوب غازية، وعندما يضاف الألمنيوم للفولاذ الكرومي يكسبه تحملا للحرارة ومقاومة للتيار الكهربائي. بشكل عام تعتبر متانته وقابليته للتآكل أعلى من النحاس إلا أن ناقليته للكهرباء وسهولة لحامه وثمنه أقل. يستخدم الألمنيوم وخلائطه لصناعة روليات التغذية السفلية في نصبة آلة السحب (يمكن صناعتها أيضا من الفولاذ) وأغطية السلندر الرئيسي لآلة الكرد وتستخدم خلائط الألمنيوم لصناعة أقماع تجميع آلة السحب وأقماع خروج شريط الكرد في آلة الكرد و تصنع فكوك آلة التمشيط الحديثة من خلائط مغنزيزم-ألمنيوم لوزنها المنخفض ولتقليل الضجيج والاهتزازات في الآلة.

1-2-2-3- القصدير (Sn)

يضاف القصدير (كثافة 7.3 g/cm^3) للنحاس للحصول على البرونز ويطلى به الحديد للحصول على الحديد المطلي بالقصدير أو الصفيح لصنع أغطية الآلات وفي الوصلات والأسلاك. لا يتأثر بالرطوبة عند درجة حرارة الغرفة ولا بالماء عند الغليان ويتأكسد بالأكسجين عند 150 مئوية وينصهر عند 232 مئوية. وهو قابل للخدش والقطع بسهولة، وقابل للتمدد وتوصيله جيد للحرارة والكهرباء ومقاوم للتآكل والصدأ.

1-2-2-4- الزنك أو التوتياء (Zn)

يعتبر الزنك (كثافة 7.1 g/cm^3) معدن عالي الحساسية لتغيرات الحرارة ولا يتأثر بالهواء الجاف ولكن يتأكسد في الهواء الرطب أو في الماء كطبقة رقيقة توقف استمرار التأكسد ويتمدد عند الدرجة 100-150 مئوية ويمكن تشغيله ودرفلته بسهولة، ينصهر عند الدرجة 419 مئوية و يتحد الزنك المنصهر مع الحديد في عملية الغلفنة للحماية من التآكل ويعتبر جيد لعملية السباكة وصنع أجزاء قوالب الصب والأعمدة وألواح الزنك.

1-2-2-5- النيكل (Ni)

النيكل (كثافة 8.85 g/cm^3) هو معدن فضي قليل التمدد ومتانته جيدة و قابل للطرق والصقل والجلخ ويتفاعل مع الأكسجين في الأجواء الجافة ومقاوم للصدأ والتآكل وينصهر عند الدرجة 1452 مئوية، يستخدم في صناعة خلائط الفولاذ السبائكي الخاصة بتصنيع آلات الغزل و يستخدم النيكل في صناعة الصمامات الهوائية والاسطوانات الكهربائية في دارات الهواء لآلة السحب. يخلط النيكل مع معادن أخرى لتعديل خصائصها وإعطائها خواص جيدة كتحسين مقاومة التآكل للأجسام الدوارة ورفع نقطة الانصهار إلى 1360 مئوية ومقاومة التأكسد حيث يضاف 67% من النيكل إلى 29% من النحاس و2% من الحديد و2% من المنغنيز (وأحيانا 2% من الألمنيوم مع 27% من النحاس). يضاف النيكل مع الكروم والحديد لزيادة مقاومة التآكل والحرارة ويمكن الحصول على مقاومة لدرجات الحرارة العالية بإضافة نسبة كبيرة من المنغنيز .

1-2-2-6- الكروم (Cr)

الكروم (كثافة 7.1 g/cm^3) هو معدن ذو لون رمادي مع ظلال زرقاء وهو صلب وهش ومقاوم للتآكل. يشبه الفولاذ ويخلط مع الحديد لإنتاج البيروكروم (60%كروم) ويعتبر من أهم مكونات السبائك غير الحديدية كالنيكروم والنيكل والكروم. يكتسب الفولاذ بإضافة الكروم بنسب (0.6-1.5 % كروم) صلابة غير عادية ومقاومة للحرارة والأحماض والتآكل مما يناسب صناعة عدد القطع وريش المثاقب والمحامل. ينصهر الكروم عند درجة 1890 مئوية ويضاف الكروم بنسبة 12-18 % إلى الفولاذ للحصول على مقاومة صدأ عالية وبنسبة 25-35% للحصول على فولاذ كرومي مقاوم للحرارة كفولاذ تصنيع مراجل الضغط العالي.

1-2-2-7- المغنزيوم (Mg)

يعتبر المغنزيوم (كثافة 1.74 g/cm^3) منافساً للألمنيوم وهو ذو لون ابيض فضي ويحترق بلهب مبهر إذا سخن لدرجة حرارة 550 مئوية مع تعرضه للهواء وهو معدن خفيف جدا ورخو وضعيف بشكله النقي ولا يقاوم التآكل والصدأ وينصهر عند درجة حرارة 650 مئوية. يمكن صناعة سبائك منه ذات تجاوب جيد للمعالجات الميكانيكية مثل الطرق والسحب. تلعب سبائك الألمنيوم والمغنزيوم دوراً كبيراً بعد معالجتها حراريا

بصناعة أجزاء آلات الغزل خفيفة الوزن كمحاور الدوران وأسطوانات السحب وبكرات وقواعد المغازل والفوانيس وأقراص اللف.

1-2-2-8- التيتانيوم (Ti)

للتيتانيوم (كثافة 4.5 g/cm^3) متانة أعلى من الفولاذ الكربوني وينصهر عند الدرجة 1800 مئوية و يعد أكبر منافس للحديد ويحتفظ بمتانته حتى درجة 550 مئوية وله صلابة عالية. يستعمل بصناعة أجزاء آلات الغزل وصناعة أجزاء آلات الصناعات الكيميائية والصباغة ويمكن صنع سبائك متماسكة منه ومن الألمنيوم. يزيد من صلابة المعدن ومقاومته للشد ويتحد مع الآزوت ليشكل مركب ثابت مما يساهم في التخلص من الفقاعات الغازية في الفولاذ.

1-2-2-9- البرونز (Bronze)

البرونز هو خليط من النحاس (80-90%) والقصدير (10-20%) ويمكن استخدام الألمنيوم والسيليكون والكروم والنيكل لتركيب سبيكة خاصة من البرونز مقاومة للتآكل ومناسبة لتصنيع المسننات والبراغي والرولمانات والصمامات.

1-2-3- الخلائط المعدنية(Mineral Alloys)

تكون المعادن لينة وضعيفة بشكلها النقي ولابد من تحسين خصائصها بخلطها بعناصر أخرى لتكوين خلائط ثنائية أو ثلاثية وغيرها. تعرف الخلائط بأنها معادن حديدية و غير حديدية تمت معالجتها بإضافة عناصر أخرى بنسب معينة إلى المعدن الأصلي، بهدف الحصول على خصائص فيزيائية و ميكانيكية جديدة. فالرصاص يحسن قابلية التشغيل وزيادة الصلابة والفوسفور يقلل تآكل المعدن بسبب الاحتكاك والزنك يحسن خواص الثني والتطبيق والسحب ومقاومة للصدأ والتآكل، أما النيكل فيزيد من المتانة والكروم يزيد مقاومة الصدأ. يمكن استخدام منحنيات التبريد لخلائط ثنائية ذات نسب مختلفة لبناء مخطط توازن حراري للخلائط كما يبين (شكل 1-3).

وسنتناول أهم الخلائط المتداولة:

- **خلائط الألمنيوم** القابلة للسكب (مثل ألمنيوم- سيليسيوم أو السيلومين والألمنيوم-النحاس أو الألمنيوم – المغنزيوم أو الألمنيوم-التوتياء) أو القابلة للتشكيل بالسحب أو الدرفلة أو التطريق أو الكبس (مثل خلائط الألمنيوم –المنغنيز أو الألمنيوم –المغنزيوم أو

الألمنيوم–المغنزيوم–السيليسيوم أو الألمنيوم–النحاس–المنغنزيوم، و**خلائط المغنزيوم** (خلائط المغنزيوم –المنغنيز أو المغنزيوم–ألمنيوم)

شكل 1-2: مخطط توازن حراري للخلائط

▪ **خلائط النحاس** (مثلا النحاس–التوتياء أو النحاس –القصدير أو النحاس –الألمنيوم أو النحاس –السيليسيوم أو نحاس–كادميوم أو نحاس –كروم أو نحاس – قصدير – زنك (السبيكة الحمراء))، **وخلائط النيكل** (الفولاذ السبائكي وسبائك الألمنيوم والنحاس وخلائط النحاس والمنغنيز وخلائط النحاس والنيكل والتوتياء).

▪ **خلائط التوتياء** (خلائط التوتياء مع الألمنيوم والنحاس لصناعة كراسي المحاور وخلائط الألمنيوم والتوتياء)، **وخلائط الرصاص** (مع البزموت لتخفيض مقاومة الحموض والنحاس لزيادة مقاومة الحموض والانتيمون لزيادة قساوته ومقاومته لحمض الكبريت والكادميوم لزيادة قساوة الرصاص والقصدير – الكادميوم معا لزيادة مقاومة الاهتزازات).

▪ **خلائط القصدير** (لكراسي المحاور والطلاء للحماية من التأكسد ومن التأثيرات الكيميائية وخلائط اللحام واهم خلائطه هي تلك مع الرصاص)، وخلائط كراسي المحاور (يمكن أن تكون ذات أساس الومنيومي أو مغنزيومي أو توتيائي أو قصديري أو رصاصي أو برونز رصاصي أو من خلائط الكادميوم أو كراسي محاور فضية بتبطين كراسي المحاور بطبقة من الفضة بعد الطبقة النحاسية).

▪ **خلائط التيتانيوم** (كخلائط التيتانيوم –الألمنيوم أو خلائط التيتانيوم– المنغنيز– النحاس–الحديد أو خلائط التيتانيوم–الألمنيوم–المنغنيز ويمكن أن يضاف الفاناديوم للحصول على مقاومة للشد حتى 270 Kg/mm^3).

▪ **خلائط المعادن الثمينة** (كالذهب والفضة والبلاتين والايريديوم والروديوم والبالاديوم والاوزميوم والروتينيوم) وتستعمل بشكل صاف أو على شكل خلائط وتمتاز بمقاومتها الكيميائية للتأكسد أو التفاعل مع الحموض أو الذوبان فيها، و**معادن أخرى** مثل (تنغستن لفولاذ العدد القاطعة والكوبالت لفولاذ الإنشاءات، والفولاذ سريع القطع، والكادميوم لسبائك كراسي المحاور وطلاء بعض القطع، والبزموت لفيوزات الآلات وأجهزة الإطفاء ذاتية الحركة، والزئبق لتشكيل خلائط الاملغام لطلاء القطع، والموليبدنيوم للاستعمال في درجات الحرارة العالية حتى 1400 درجة مئوية والذي ينصهر بالدرجة 2622 مئوية ومقاومته للشد 50-70 Kg/mm^3).

1-2-4- المواد غير المعدنية (Non-Ferrous Materials)

تستخدم المواد غير المعدنية الطبيعية والصناعية وهي:

1-2-4-1- مواد طبيعية عضوية (Natural Materials of Organic Origin)

يدخل في تركيبها بشكل أساسي عنصري الكربون والهيدروجين مثل الخشب والجلد والفلين أو مواد طبيعية من منشأ غير عضوي لا يدخل في تركيبها بشكل أساسي عنصري الكربون والهيدروجين مثل الاسبستوس والكلس والفحم (الفحم هو كربون دون هيدروجين).

- **الخشب:** مادة ذات متانة عالية ووزن خفيف مقاومة للصدم والاهتزازات والحموضة وسهلة التشغيل والتشكيل، منها أخشاب صلبة لأشجار عريضة الأوراق كالسنديان والجوز والسيكامور ومنها أخشاب طرية من الأشجار الصنوبرية عارية الزور كالصنوبر. الأخشاب المستخدمة في صناعة آلات الغزل يجب أن تكون جيدة غير معرضة للفطريات والحشرات وخالية من التشوه بالثني والتشقق والتسوس والانكماش والعقد و تصنع منها القضبان وأجزاء السيور الناقلة والبكرات والحمالات والطاولات.

- **الحرير الصخري:** يتواجد في الصخور الصلبة وهو غير قابل للاشتعال وناقل سيئ للحرارة والكهرباء ومتانته عالية وينصهر بدرجة 1450-1550 مئوية حيث يتحمل درجات حرارة عالية ويستخدم لصناعة صفائح أجهزة الفصل والوصل والكوابح.

1-2-4-2- مواد اصطناعية(Synthetic Materials)

تصنف إلى **مواد اصطناعية متصلبة حراريا** مثل البوليفينيل كلوريد والبرولون أو **مواد اصطناعية متلدنة بالحرارة** ويسهل تشكيلها سواء كانت سيليكونية (مطاط – زجاج – خزف) أوغير سيليكونية (الفورميكا) ويؤمن الخزف أسطح ملساء ناعمة تقلل من الاحتكاك و يستخدم لصناعة دليل الخيط في آلات البرم والغزل.

- **اللدائن (البلاستيك)** عبارة عن منتجات تحتوي على الكربون كعنصر تركيب أساسي وتنتج من النفط وتتحول عند تسخينها إلى حالة لدنة وتضغط في قوالب حسب الشكل المطلوب، منها البولي فينيل وبولي ايتلين وبولي ميثيل وبولي أميد وكربوليت وتكستوليت وفاوليت وغيرها من مواد بلاستيكية تنصهر عند تسخينها. وهي خفيفة الوزن ذات امتصاصية منخفضة للرطوبة وضعيفة النقل للحرارة وعازلة كهربائيا ومقاومة للتآكل الكيميائي وقليلة التكلفة وسهلة التشكيل، ولكنها صعبة الإصلاح وقد تعطي رائحة غير مرغوبة لبعض الأنواع منها وبعضها لا يتحمل درجة الحرارة العالية. يستخدم البلاستيك لصناعة المواسير والبراميل والمفاتيح الكهربائية و بعض أجزاء آلات الغزل، وحديثا تم تصنيع المواسير من ألياف الكربون عوضا عن البلاستيك بوزن 12 غرام للماسورة..

- **الكاوتشوك:** يصنع خلال سلسلة من المعالجات الكيميائية ويبدي خمولا كيميائيا ويستخدم لتلبيس سطوح الأجزاء بمطاط لحفظها من الأكسدة وذلك باستخدام لاصق حراري. تستخدم لصناعة السيور وتغطية الاسطوانات في أجهزة السحب.

1-3- البنية الصلبة للمعادن (Solid Structure of Metals)

أن البنية البلورية للمعادن معروفة منذ القرن الثامن عشر وتم التحقق منها وإثباتها في عام 1912 مع اختراع الأشعة السينية، وأصبح من المسلمات أن المعدن في درجة حرارة تحت درجة الانصهار يكون ذو بنية بلورية وتتوضع ذراته بأشكال هندسية محددة ومنتظمة تكرر نفسها بالاتجاهات الثلاثة لتشكل البلورة المعدنية. تتكون الذرة من نواة ذات شحنة كهربائية موجبة تدور حولها الالكترونات ذات الشحنة السالبة وتتألف النواة من بروتونات ذات شحنة موجبة ونترونات لا تحمل أي شحنة. وبشكل عام لا توجد الذرة بصورة انفرادية أو منعزلة، بل تتجمع الذرات ضمن نظام معين للاقتراب من حالة التوازن

حيث تكون القدرة الحرة للذرات المترابطة أقل منها في حالة الذرات غير المترابطة. عندما يكون الترابط على شكل منتظم تتشكل الأجسام الصلبة البلورية وإذا كان التجمع والترابط فوضوياً تتشكل الأجسام الصلبة الأمورفية أو السوائل.

الهيكل الشبكي أو الخلية البلورية هي أصغر شكل هندسي فراغي ينتج عن تجمع الذرات ولها عدة أنواع رئيسية كالمكعب والشكل الرباعي والمتوازي المستطيلات والموشور المعيني والأحادي الميل والثنائي الميل والموشور الثلاثي المنتظم. تتبلور المعادن والخلائط المعدنية على شكل مكعب (الحديد والألمنيوم والتنغستن والنحاس والذهب والنيكل والرصاص والتيتانيوم)أو بشكل موشور رباعي منتظم مقطعه الأفقي مربع والشاقولي مستطيل (كالقصدير) أو بشكل موشور سداسي منتظم (كالتوتياء والمغنزيوم والكاديوم). تتشكل البلورات بتحول المعدن من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة حيث يتبلور وتنتظم ذراته في أشكال هندسية منتظمة ويمكن أن يعيد المعدن تبلوره بتغير درجات الحرارة وتتحول هياكله الشبكية من شكل لأخر أي من طور صلب لطور صلب أخر بما يعرف بالتحول الالوتروبي ويعتبر من التحولات القابلة للانعكاس وتتم في درجة حرارة ثابتة في حالة المعدن الصافي كالحديد الذي يتحول عند الدرجة 910 مئوية من مكعبات متمركزة وجهيا إلى مكعبات وسطية التمركز. تكون خصائص القطع المعدنية المسكوبة متشابهة ومتساوية في كل الاتجاهات بسبب فوضوية اتجاه البلورات فيها وتكون الخواص عبارة عن المتوسط لخواص لبلورات من مختلف الاتجاهات، أما في حال القطع المدرفلة أو المسحوبة على البارد فستكون مختلفة لان اتجاه بلوراتها باتجاه تأثير السحب أو باتجاه عمودي عليه وبالتالي القياس يتم لوجوه ومستويات من نوع واحد لمجموع البلورات وبالتالي تختلف الخواص على سطح القطعة عن مقطعها.

1-4- خواص المعادن والخلائط المعدنية الفيزيائية

(Physical Properties of Metals and Alloys)

الخصائص الرئيسية للمعدن تشمل البريق والتوصيل الكهربائي والحراري، والمقدرة على تشكيله وتغيير شكله في درجة الحرارة العادية .إن نوعية الذرات المكونة للمعادن وترتيبها الداخلي ونوعية الرابطة الكيميائية بينها لا تحدد شكل المعدن البلوري فقط ولكن

تحدد أيضاً الخواص الفيزيائية والكيميائية. تعتمد الخصائص البصرية على انعكاس أو امتصاص الضوء على سطح المعدن مثل اللون والخدش والبريق والشفافية. تعبر الخصائص التماسكية عن الصفات تعتمد أساسا على مقدار تماسك جزيئات المعدن وذراته مثل الصلادة والانفصام وقابلية الكسر، أما الخصائص الحسية تعبر عن صفات تعتمد على حواس الإنسان مثل الملمس والرائحة والمذاق. سنتطرق **لأهم الخصائص الفيزيائية المعمول بها في علم المعادن ودراستها:**

- **اختزان الحرارة أو الحرارة النوعية:** الحرارة النوعية والحرارة المختزنة هما خاصتان تحددان كمية الحرارة اللازمة لصهر المعدن أو خليطة أو تسخينه لدرجة معينة وتكون الحرارة النوعية الذرية لخليطة ما تساوي مجموع الحرارة النوعية للعناصر المكونة لها كل حسب نسبته. تعرف حرارة الانصهار بأنها كمية الحرارة التي تتحول إلى طاقة حركية في الذرات لتصبح القدرة الحركية قادرة على التغلب على قوى الارتباط بين الذرات وتصبح الذرات قادرة على ترك أماكنها في الهياكل الشبكية، أما فيزيائيا فتعرف حرارة الانصهار بأنها الحرارة اللازمة لتحويل المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة حيث تأخذ المادة الحرارة أثناء الانصهار وتنطلق الحرارة من المادة أثناء التجمد.
- **الكثافة:** كتلة واحدة الحجوم وتعرف بالوزن النوعي جدول 1-4.

جدول 1-4: كثافة مواد مختلفة

	1.32
	1.62
	1.48
	1.30
	1.52
	1.13
	1.62
	1.14
	1.14
	1.35
	1.39
	1.16
	2.5
	0.91
	2.60-2.70
	2.15-2.80
	0.92-0.94
	7.25
	7.85
	0.69
	0.90
	1.00
	1.53
	1.105
	0.623

- **التمدد الحراري:** يزداد الحجم النوعي للمعادن والخلائط المعدنية بارتفاع درجة حرارتها ويحسب تمدد البعد الأكبر للقطعة المتمددة لحساب التمدد الطولي للقطعة.

الناقلية للكهرباء: تصنف المواد إلى مواد ناقلة للتيار الكهربائي ومواد أنصاف النواقل ومواد عازلة اعتمادا على مقاومتها النوعية، علما أن النواقل المعدنية تزداد مقاومتها بارتفاع درجة الحرارة. تصنف **ناقلية** المواد الناقلة للكهرباء إلى **الدرجة الأولى** حيث يمر التيار الكهربائي دون ترك أي اثر أو تغيير خواص المادة، أو **الدرجة الثانية** يسبب انتقال التيار الكهربائي تغيراً في تركيب المادة أو تركيزها.

- **ناقليه الحرارة:** تلعب دوراً في تسخين وتبريد القطع المعدنية الكبيرة ولها تأثير طردي على عمليات المعالجة الحرارية للمعادن.
- **الخواص المغناطيسية:** تتعلق بالبناء الذري للمعدن أي المدارات الالكترونية المحيطة بالنواة وحركة الالكترونات عليها وتتعلق بالبناء البلوري وموقع الذرات في الهيكل الشبكي ولها أهمية باختيار خلائط صفائح المحولات وأجهزة التيارات الضعيفة.

1-5- اختبارات خواص المعادن الميكانيكية
(Mechanical Tests of Metals Properties)

للمعادن خصائص ميكانيكية متعددة، تعبر متانة المعدن عن قدرة المعدن على مقاومة الانهيار تحت تأثير القوى الخارجية المؤثرة عليه أما المرونة فتعبر عن قدرة المعدن على استعادة شكله عند إزالة التحميل المسبب لتغيير الشكل وتعبر اللدونة عن قدرة المعدن على تغيير شكله و أبعاده تحت تأثير قوى خارجية. يستخدم الباحثون مصطلح التزحف للتعبير عن تغيير شكل المعدن وأبعاده تدريجياً ببطء بسبب التعرض لدرجات حرارة مرتفعة مما يؤدي إلى استطالة المعدن و نقصان المقطع العرضي له مما يؤدي إلى كسر الجزء. يعرف الإجهاد بأنه القوة الداخلية المؤثرة في واحدة المساحة في نقطة معلومة ويمكن أن يحلل الإجهاد إلى مركبة ناظمية ومركبة مماسية ويجب أن يكون الإجهاد الفعلي اقل أو يساوي الإجهاد المسموح به. ويعبر الانفعال عن النسبة بين التغير في الطول إلى الطول الأصلي أما معامل يونغ فيعبر عن نسبة الانفعال إلى الإجهاد.

سيتم استعراض الاختبارات الستاتيكية والديناميكية واختبارات خاصة أخرى متبعة لمعرفة خصائص المادة الميكانيكية والتي تلزم المهندس خلال تصميم واختبار قطع آلات الغزل.

1-5-1- اختبارات استاتيكية (Static Tests)

وهي اختبارات تحت تأثير قوى ثابتة أو متغيرة ببطء شديد وأهمها:

- **اختبار الشد (Tension)**: من أهم الاختبارات الميكانيكية حيث تختبر عينات نظامية للحصول على قيم الاستطالة والإجهاد أو مقاومة المادة للشد ومخطط الشد. عندما يؤثر حمل على قضيب فانه يؤدي إلى استطالته تحت تأثير الشد ويكون الإجهاد الناتج عند المقطع إجهاد شد σ_{ut} ويساوي النسبة بين الحمل المطبق P ومساحة المقطع المعرض للشد A، يكون الإجهاد أعظمياً عندما يكون عامل الأمان (نسبة الحمولة القصوى الآمنة إلى الحمولة المطبقة) مساوياً 1 ($P_{max} = A.\sigma_{ut}$). يعبر مخطط الإجهاد والانفعال عن خصائص المادة الميكانيكية و يعتمد على مادة العينة والمعالجات المطبقة عليها وظروف الاختبار (شكل 1-3).



شكل 1-3: مخطط الإجهاد والانفعال لعدة مواد

- **اختبار الضغط (Compression)**: يتم على نفس آلة اختبار الشد حيث تضغط العينة مما يؤدي لتقلص العينة. يؤدي تأثير حمل على قضيب إلى تقصيره وتشوهه تحت تأثير الضغط ويكون الإجهاد الناتج عند المقطع إجهاد ضغط σ_{uc} ويساوي النسبة بين الحمل المطبق P ومساحة المقطع المعرض للضغط A ويكون الإجهاد أعظمياً عندما

يكون عامل الأمان مساوياً 1 حيث ($P_{max} = A.\sigma_{uc}$). يمكن أن يحدث تحدب بالقضيب نتيجة الضغط في حال كانت النسبة بين طول القضيب وقطره اكبر من 6.

• **اختبار الانحناء (الانعطاف– Bending)**: توضع العينة النظامية على نقطتي استناد ويتم التأثير عليهما بقوة من الأعلى في منتصف المسافة بين نقطتي الاستناد أو نقطتين متساويتي البعد عن نقطتي الاستناد وتتم على آلة الشد بعد تجهيزها بالرؤوس المناسبة، يتم الكسر في المواد الهشة لا اللدنة، تتعرض الطبقات العلوية للضغط فتقصر والطبقات السفلية للشد فتتمدد. في حالة الأعمدة والمحاور يتعرض العمود لإجهاد الانحناء الأعظمي عند المقطع الخطر $M_{b\ max}$. إن اكبر إجهاد انحناء يتعرض له العمود المصمت بقطر d هو:

$$\sigma_b = \frac{32.M_{b\ max}}{\pi.d^3}$$

إن الانحناء المرن في أسطوانات السحب في جهاز السحب على آلة الغزل (في أطراف الأسطوانة) قليل مقارنة مع الإنحاء الذي يحدث في محاور نقل الحركة، يحدث هذا الانحناء نتيجة لانزياح الاسطوانة ويؤدي ذلك إلى حركة اهتزازية في الأسطوانة مما يجعل سحب الألياف يتم بشكل غير منتظم وقد يؤدي عدم انتظام المرونة إلى ظروف عمل غير مستقرة للآلة كاهتزاز المحامل. في آلة الغزل الحلقي يجزأ الطول الكلي لاسطوانة السحب إلى أجزاء وبين كل جزأين هناك مفاصل لتغطية كامل عرض آلة الغزل الحلقي. يؤثر الانحناء الجانبي للمحور والأسطوانة على أبعاد المحور (الطول – القطر) والقوى المؤثرة على المحور ومعامل الصلابة للمادة المصنع منها المحور كالفولاذ المسكوب وخلائط الفولاذ الكربوني والفولاذ السبائكي. عندما ينحني المحور المركب عليه مسننات فإن الربط بين الأسنان والمسننات يسبب عدم توافق بين المحمل وارتكاز المحور مما يسبب اهتراء للمسننات وسطح الاستناد. يمكن زيادة الصلابة لمحور نقل الحركة أو أسطوانة السحب إما بتخفيض طول المحور بواسطة زيادة عدد المساند المجهزة له أو بتقليل عدد المفاصل على المحور، وسيتم هنا استعراض أهم الحالات التي يمكن أن تحدث في آلة الغزل لحساب الانحناء الجانبي :

(1) **محور استناد بسيط يتعرض لحمل مركزي:** يكون طول محور الاستناد البسيط (L) وقطره (d) وتستند أطرافه على محملين ويتعرض لحمل مركزي (P) في منتصفه (شكل 1-4).

حساب عزم الانحناء (M_b):

$$M_{b_x} = \frac{P}{2}x \qquad 0 < x < \frac{L}{2}$$

$$M_{b_x} = \frac{P}{2}(L - x) \qquad x > \frac{L}{2}$$

$$M_{b_c} = \frac{P}{4}L$$

حساب الانفعال:

$$\delta_x = \frac{0.424\,P_x}{Ed^4}(4x^2 - 3L^2) \qquad 0 < x < \frac{L}{2}$$

$$\delta_{max\,c} = \frac{0.424\,PL^3}{Ed^4}$$

E معامل المرونة (N/mm^2)

شكل 1-4: حساب مخطط عزم الانحناء لمحور استناد بسيط يتعرض لحمل مركزي

(2) **محور استناد بسيط يتعرض لحمل غير مركزي:** يكون طول المحول (L) وقطره (d) ويرتكز على محملين من الطرفين وتطبق القوة المركزة (P) على مسافة (a) من طرفه الأيسر (شكل 1-5)

حساب عزم الانحناء:

$$M_{b_x} = \frac{Pb_x}{L} \qquad (0 < x < a)$$

$$M_{b_x} = \frac{Pa(L-x)}{L} \qquad (a < x < L)$$

حساب الانفعال:

$$\delta_x = \left(\frac{3.4\,Pb_x}{ELd^4}\right).(x^2 + b^2 - L^2)\left(0 < x < \frac{L}{2}\right)$$

$$\delta_{max\,x} = \left(\frac{3.4\,Pb_x}{ELd^4}\right).(L - x).(x^2 + a^2 - 2Lx) \quad (a < x < L)$$

شكل 1-5: مخطط عزم الانحناء لمحور استناد بسيط يتعرض لحمل غير مركزي

(3) محور استناد بسيط يتعرض لحمل موزع بانتظام: يكون طول محور الاستناد البسيط (L) وقطره (d) وتستند أطرافه على محملين ويتعرض لحمل موزع (w) على امتداده (شكل 1-6).

حساب عزم الانحناء:

$$M_{b_x} = w.x.\frac{L-x}{2}$$

$$M_{b\,\frac{L}{2}} = \frac{w.L^2}{8}$$

حساب الانفعال:

$$\delta_x = \left(\frac{0.849wx}{Ed^4}\right).(2Lx^2 - x^3 - L^3)$$

$$\delta_{max\,\frac{L}{2}} = \left(\frac{0.265wL^4}{Ed^4}\right)$$

شكل 1-6: مخطط عزم الانحناء لمحور استناد بسيط يتعرض لحمل موزع على طول المحور

- **اختبار الفتل (الالتواء – Torsion):** يتم على آلات خاصة لعينات اسطوانية الشكل وتثبت احد طرفي العينتين بجسم الآلة وتحمل النهاية الأخرى بعزم فتل مما يؤدي إلى فتل العينة حول المحور بشكل لولبي. تختبر المواد الهشة حتى الانكسار أما المواد اللدنة فتختبر حتى حد الانسياب. تؤثر القوة المماسية وتحاول تدوير القضيب حول محوره زاوية θ (راديان) ويتعرض بذلك لعزم التواء M_t ويكون نصف قطر العمود r (ذو عزم المقاومة القطبي للمقطع Z_p) هو ذراع العزم وبالتالي يجب أن تعطي القوة المماسية عزم محرك اكبر من العزم المقاوم للعمود M_R المساوي لعزم الانحناء والمساوي لمجموع اجهادات القص حول محور العمود:

$$M_t = \tau.Z_p$$

في بعض الحالات هناك أهمية لحساب زاوية التواء عمود بطول l cm وذي معامل صلابة G Kg/cm^2 و عزم عطالة قطبي I_P للمحور ذي المقطع الدائري الذي قطره d وبالتالي تحسب زاوية الالتواء أو التشوه بالعلاقة:

$$\theta = \frac{l.M_t}{G.I_P}, \quad \left[I_P = \frac{\pi.d^4}{32}\right]$$

تصميم المحاور يعتمد على انحراف الالتواء المسموح به والاجهادات المطبقة على المحاور يجب ألا تكون كبيرة إلى حد الخضوع أو الكسر فالقيمة العظمى للقوة التي يمكن أن تعمل ضمنها محاور نقل الحركة من المسننات إلى أسطوانات السحب هي القوة المحددة بمجال المرونة المسموح به ، وتعتبر متانة الالتواء معيار تصميم المحور.

- **اختبار القص(Shear)**: وهو حالة خاصة من إجهاد الشد حيث يتم التأثير على العينة بقوتين متقابلتين متعاكستين ومؤثرتين في مستوى واحد لتتعرض العينة إلى اجهادات قص واجهادات انعطاف كما في المسامير والبراغي والبراشيم ويكون الإجهاد الناتج عند المقطع إجهاد قص τ_u ويساوي النسبة بين الحمل المطبق P ومساحة المقطع المعرض للقص A ، ويكون الإجهاد أعظمياً عندما يكون عامل الأمان مساوياً 1 حيث:

$$P_{max} = A.\tau_u$$

عندما تكون المساحة المعرضة للقص مضاعفة سينخفض الإجهاد إلى مقدار النصف نتيجة زيادة المساحة المعرضة للقص و يمكن أن يحدث هصر ويكون الإجهاد الناتج عند المقطع إجهاد هصر σ_u ويساوي النسبة بين الحمل المطبق P ومساحة المقطع المعرض للهصر (A=t.d) بالنسبة للمحاور، يحسب إجهاد القص الأعظمي اعتمادا على دائرة مور .ويكون الإجهاد أعظمياً عندما يكون عامل الأمان مساوياً 1:

$$P_{max} = A.\sigma_u$$

إن مقاومة إجهاد القص τ_{max} هو حاصل جمع الإجهادين ويعطى بالعلاقة:

$$\tau_{max} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_b}{2}\right)^2 + (\tau)^2}\tau_{max} \qquad (1\text{-}1)$$

$$\tau_{max} = \frac{16}{\pi.d^3}\sqrt{(M_b)^2 + (M_\tau)^2} \qquad (2\text{-}1)$$

عندما يكون عزم مقاومة الفتل متساوياً مع عزوم الفتل على المقاطع الأفقية والعمودية، تكون قوة الخضوع في القص بالنسبة لإجهاد القص الأعظمي مساوية لنصف من قوة الخضوع في الشد، يحدث انهيار المحور عندما يصل إلى إجهاد الانهيار للقص. في حال وجود مجرى خابور فإن إجهاد القص المسموح يجب أن يكون أقل بنسبة 25 %.

• **اختبار القساوة:** من أهم الاختبارات لسهولة إجرائه ولأن الاختبار يمكن أن يتم على نفس القطعة المستخدمة في الآلات لأنه لا يسبب تحطم العينة أو تشوهها أو قابليتها للاستخدام ويتم ذلك بطريقة برينل ذات الكرة الفولاذية أو بطريقة فيكرز ذات الهرم الماسي الرباعي وطريقة روكويل بقياس عمق الانغماس بدل قطر الطبعة الدائري.

1-5-2- اختبارات ديناميكية (Dynamic Tests)

تتم الاختبارات الديناميكية بتطبيق قوى متغيرة باستمرار أو مطبقة بسرعة كبيرة وأهمها اختبار الصدم واختبار التعب:

• **اختبار الصدم (Impact):** يتم بطريقة تشاربي على آلة الصدم على عينة مربعة المقطع على احد وجوهها ثلم عرضي بأبعاد حسب نوع المادة المختبرة وتفيد بالمقارنة بين مادة وأخرى لتصنيع أجزاء آلات معرضة خلال عملها لنفس ظروف التجربة، أو لقياس حساسية المادة ومدى تحملها للصدمات. يحسب الإجهاد إذا طبقت الحمولة فجأة وبدون سرعة ابتدائية فيكون الإجهاد مساوياً ضعف الإجهاد المتولد عن نفس الحمل (W) والمطبق على السطح A يكون:

$$\sigma = \frac{2.W}{A}.$$

• **اختبار التعب (Fatigue):** تحدث ظاهرة التعب عند تعرض أجزاء الآلة لاجهادات متغيرة المقدار لتنهار بعد فترة من العمل تحت تأثير الحمولات المتكررة ويتعلق ذلك بالحدود التي تتغير الاجهادات ضمنها دون ترك اثر للانفعال المرن حيث يبدأ الانهيار بشق صغير جدا لا يمكن رؤيته بالعين المجردة ويكون بمنطقة فيها تغير في مقطع المادة أو ثقوب أو مجاري، تتحمل المادة الاجهادات دون قيمة حد التعب أما للاجهادات التي تتجاوز هذه القيمة فيحدث تعب وانكسار بعد عدد من مرات التحميل.

1-5-3- اختبارات خاصة (Special Tests)

في ظروف مغايرة للظروف المادية كالاختبارات في حرارة مرتفعة (اختبارات الشد والتعب والزحف) أو في درجة حرارة منخفضة (كاختبار الشد والصدم) وبتطبيق قوى

مؤثرة (استاتيكية أو ديناميكية)، يتم اختبار الزحف لأجزاء الآلات العاملة في درجات حرارة عالية ولفترات طويلة مستمرة كون ارتفاع الحرارة يسبب ازدياد القدرة الحركية للذرات وزيادة في سرعة الانتشار على اختلاف الاختبارات في الظروف الطبيعية العادية، بالتالي فالزحف يتعلق بالإجهاد ودرجة الحرارة وعامل الزمن. يمكن إجراء اختبار بشكل مشابه لاختبار الشد ويكون التحميل ميكانيكيا بتحميل احد نهايتي العينة بأثقال محددة لتولد اجهادات شد ثابتة بعد تثبيت العينة على الجهاز وداخل فرن ترتفع درجة حرارته للدرجة المطلوبة للاختبار، ويتم الحصول بعد إجراء الاختبار على قيم الانفعال المئوي بتابعية الزمن.

1-5-4- اختبارات كشف العيوب (Nondestructive Testing)

هناك عدة اختبارات لاكتشاف العيوب ومنها اختبارات لا إتلافية حيث يتم اختبار جزء الآلة دون إتلافه أو إحداث أي تغيير لبنيته ويمكن استخدامه لاحقا، وسيتم التعرض لأسس الاختبارات دون الخوض بتفاصيلها:

- **اختبارات بالأشعة السينية:** تعتمد على امتصاص الأشعة السينية وبالتالي الفرق بين كثافة الأشعة المخترقة للأجزاء السليمة والأشعة المخترقة للأجزاء الحاوية على فقاعات وفجوات وبالتالي معرفة صلاحية القطعة للاستخدام أم لا.
- **اختبارات بالأمواج فوق الصوتية:** من أهم طرق كشف العيوب لسهولتها وقلة تكلفتها وصلاحيتها حتى بالقطع سميكة الجدران. تعتمد على الفارق الزمني بين الموجات الصوتية المنعكسة عن سطحي العينة المختبرة والذي يتناسب طردا مع سماكة العينة وعكسا مع سرعة انتشار الموجات ضمن المادة وبمعرفة سرعة انتشار الموجات والفارق الزمني يمكن معرفة سماكة القطعة وعند وجود أي فجوة أو فقاعة فسينتج انعكاس ثالث للموجات وبالتالي بالتقاط الموجة يمكن تحديد عمق الفجوة.
- **الاختبار المغناطيسي للشقوق:** تستخدم للكشف عن الشقوق في القطع الفولاذية بوضع القطعة في حقل مغناطيسي فستحاول خطوط الساحة المغناطيسية أن تسير بشكل

متوازي داخل القطعة وبوجود فجوة أو حبيبة غير قابلة للمغنطة فستنحرف الخطوط عنها وتدور حولها وتتابع مسيرها مما يؤدي لتكاثف خطوط الساحة المغناطيسية عند نهايتي العيب وهذا يكون عالي التأثير عندما تكون العيوب واقعة على السطح أو قريبه منه. ويمكن الاستدلال عليها بنثر برادة الحديد على سطح القطعة ويجب مغنطة القطعة من اتجاهين مختلفين لتلافي حالة الشقوق المستقيمة والموازية لخطوط الحقل المغناطيسي.

1-5-5- اختبارات التعرف على البنية الداخلية (Internal Structure Tests)

يجب معرفة أنواع المواد وتقدير خواصها أما عن طريق اختبارات سريعة كحساب الكثافة للتمييز بين أنواع المواد المتشابهة المظهر أو تمييز لونها وشكلها الخارجي (فالنحاس اصفر والحديد رمادي والرصاص رمادي مزرق) أو بتمييز شكل الشرر في حال المواد الحديدية حيث لكل مادة حديدية شكل ولون مختلف عن الأخر. سيتم تناول اختبارات التعرف على البنية الداخلية وكشف العيوب في القطع المنتجة أو المعدة للاستخدام في الآلات نتيجة الحاجة لها عند تحديد المواد اللازمة لتصنيع قطع غيار آلات الغزل أو لتنظيم عملية طلب شرائها:

1- **استخدام الأشعة السينية:** يتم استخدام الأشعة السينية للتعرف على البنية الداخلية للمعدن والنمط البلوري (الشكل الهندسي للهياكل الشبكية) وخواصها وتفيد في الكشف عن الأخطاء الداخلية في القطع المعدنية كالشقوق الداخلية والفقاعات، أن انكسار الأشعة السينية يختلف بنوعية العينات سواء أحادية ذات البلورة الواحدة أو كثيرة البلورات ونوعية الأشعة المستخدمة سواء كانت متجانسة أو مركبة.

2- **الفحص المجهري للبنية:** تكشف عن الحدود بين البلورات وأشكالها وأنواعها وتوزعها ويتم التعرف على البلورات والأطوار المتبلورة في الخليطة بالتكبير من مرتبة 10^3 إلى 10^5 مرة. يسمح الفحص المجهري بتكوين فكرة سريعة عن بنية المادة وتركيبها الكيميائي وأخطاء التبلور التي قد توجد في المادة وهنا يمكن استخدام المجهر الضوئي أو الالكتروني.

1-6- طرق تشكيل المعادن (Methods of Metal Forming)

عند تشغيل المعادن نقوم بتغيير شكل المعدن أما مع **إزالة رايش** مثل الخراطة، التفريز، القشط، الثقب، الجلخ، أو **بتشكيل المعدن بتغيير شكله** للحصول على الشكل والأبعاد المطلوبة لمنتج نهائي أو نصف نهائي ويمكن تصنيف عمليات التشكيل حسب الحالة الأولية للمعدن ودرجة حرارته:

- تشكيل المعادن في درجة حرارة عادية (القص، السحب، الثني، الدرفلة على البارد).
- تشكيل المعادن في درجة حرارة مرتفعة أقل من درجة حرارة الانصهار (البثق، السحب، التطريق، الدرفلة على الساخن، الضغط).
- تشكيل المعادن فوق درجة حرارة الانصهار (السباكة في قوالب رملية، السباكة الدقيقة بالشمع المهدور، السباكة بالنموذج المُتبخر، السباكة المستمرة، السباكة بالطرد المركزي، السباكة في قوالب معدنية بالتثاقل، السباكة في قوالب معدنية بالضغط).

يعتمد كل ما تم ذكره على نوع وخصائص المادة المراد تشكيل القطعة وسنذكر عدة أمثلة منها وهي:

- **السباكة:** عملية صهر المعدن وصبه في قالب المراد تشكيل المعدن عليه وتركه يبرد ويتجمد ليأخذ الشكل المطلوب، وتعد من ارخص طرق التشكيل للإنتاج بكميات كبيرة. يمكن إنتاج السبائك بطريقة السباكة الرملية أو بالصب بالقوالب الدائمة أو بالشمع المهدور أو الصب بالطرد المركزي أو بالقالب المتبخر.
- **الدرفلة على الساخن:** بضغط المادة بين درفيلين يدوران ألياً لتحولها لقطع ذات مقاطع مستطيلة أو مربعة أو دائرية تمهيدا لإنتاج أشكال مختلفة كالصفائح والألواح.
- **الحدادة:** تشكيل المعادن على الساخن بكبسها بعد تسخينها لدرجة حرارة أعلى من درجة حرارة إعادة تبلورها في قوالب على الشكل المطلوب أما بالضغط أو بالطرق.
- **اللحام:** يؤمن اللحام توفير كبير في المعدن ويعمل على توفير الوقت و القوى العاملة وتخفيض تكاليف المشغولات وإمكانية وصل الأجزاء مهما كان شكلها وله عدة

طرق مثل اللحام بالقوس الكهربائي واللحام الحدادي (بالطرق) واللحام بالقصدير أو المونة واللحام بمواد اللصق على البارد.

- **التشغيل بقوس البلازما:** تستخدم لقطع المواد لسمك حتى 10 سم وتتميز بسرعة عالية وحواف قطع نظيفة إلا أنها تحتاج لمعدات خاصة بالضجيج والدخان والغبار وحماية العين من الأشعة فوق البنفسجية.
- **التشكيل بالدوران:** تشكيل ألواح معدنية على الساخن أو البارد بالضغط عليها بواسطة عدة تشكيل وتدار بسرعة عالية خلال التشكيل بواسطة أجهزة ويمكن استخدام المخرطة لهذا الغرض وبضغط عدة التشكيل على اللوح بواسطة نموذج مثبت على أجهزة الإدارة الذي يلعب دور قالب التشكيل ليعطي الشكل المطلوب.
- **تشكيل المساحيق المعدنية:** بتحضير المساحيق المعدنية (بالتحليل الكهربائي أو التفريز أو الطحن وغيرها من طرق لتشكيل سبائك بأشكال مختلفة كروية وشجرية وغير منتظمة) وكبس المساحيق ثم تلبيدها بالتسخين وخصوصا للمعادن والسبائك التي يصعب تشكيلها بعمليات التشكيل التقليدية كمعادن التنغستن والمولبيديوم وسبائكها ويمكن إنتاج الصلب والألمنيوم والنحاس وخلائطهما بنفس الطريقة. ويمكن تصنيع المحامل ذاتية التزييت من مساحيق النحاس والقصدير ومسحوق الغرافيت وتشبع المنتجات بالزيت الذي ينفذ لمساماتها ويكفي للتزييت لفترات طويلة وهي تستعمل في الأماكن التي يصعب الوصول لها وتزييتها.
- **البثق:** تشكيل كتلة معدنية مسخنة لدرجات حرارة عالية داخل حجرة وضغطها بمكبس لإجبارها على الخروج من فتحة في نهاية الحجرة لتأخذ شكل مقطع الفتحة التي تقوم مقام قالب التشكيل وتستعمل لتشكيل الصلب. وهناك **السحب على البارد والسحب العميق (البلص)، أو التشكيل بالضغط (بالمكابس)، أو التشكيل بالطرق:** بكبس المعدن بمكبس هيدروليكي أو بمطرقة كبيرة لتأخذ الشكل المطلوب.
- **تشكيل اللدائن (البلاستيك)** بالحقن داخل قوالب الحقن أو بالبثق خلال مقطع ذي شكل معين أو بالنفخ أو بالضغط.
- **تشغيل المعادن:** يتم عن طريق تغيير شكل القطعة المعدنية بإزالة جزء منها على شكل قطع صغيرة (الرايش) بواسطة أداة قطع.

طرق تشغيل أخرى مثل التشغيل بالليزر الذي يستخدم لحفر وقطع المواد بأشعة ليزر عالية الطاقة والتشغيل بالماء الذي يستخدم شعاع الماء بقطر حتى 0.5 ملم وضغط عالي مضاف له مادة حاكه كالرمل لقطع كافة المواد من معادن ومواد غير معدنية وبلاستيك ومنسوجات وغيرها. أما في التشغيل بالتفريغ الكهربائي فيستخدم سواء بالحفر عبر ختم للحصول على شكله أو بالسلك الكهربائي وهناك طرق أخرى كالتشغيل بالشعاع الالكتروني و وتطوير الآلات التقليدية لتصبح ذات تحكم رقمي والاستعانة ببرامج التصميم والتصنيع بواسطة الحاسب والتي لابد للمهندس من معرفتها لتصميم قطع الغيار المطلوبة وتصنيعها أن توجب عليه ذلك مثل آلات الـ CNC المبرمجة وآلات الطباعة ثلاثية الأبعاد واستخدام الروبوتات في عمليات التصنيع والتجميع في المصانع الحديثة.

1-7- المعالجات الحرارية (Heat Treatments)

الغاية من المعالجات الحرارية هو التحكم في الخواص الفيزيائية والميكانيكية للقطع المعدنية دون تغير شكلها أو تركيبها الكيميائي حيث يمكن الحصول على خصائص سطحية معينة تختلف عن خصائص اللب وأحيانا تفيد بإزالة بعض العيوب. تقوم المعالجات الحرارية على التسخين والإبقاء والتبريد بسرعة تختلف باختلاف الغاية من المعالجة ونوع المادة المعالجة ويمكن أن يكون التبريد بالفرن أو بالهواء المضغوط أو بالماء أو بالزيوت المعدنية أو أحواض الأملاح المصهورة. يمكن أن تتم معالجة سطحية حرارية كالتقسية باللهب أو التقسية بالتحريض أو تتم معالجات كيمياحرارية للسطح (الكربنة أو النترجة أو المعالجة بالسيانيد (الكربوننتردة) أو المعالجة بالمعادن كالألمنيوم والسيليسيوم). واهم تلك المعالجات الخاصة بالآلات هي التقسية والإرجاع:

- **التقسية:** عملية تبريد سريع ومفاجئ للفولاذ المحتوي على نسبة من الكربون والمسخن لدرجة 900 مئوية ليحدث تثبيت سريع لذرات الكربون داخل الهيكل الشبكي للحديد مما يولد توتر في التكوين الداخلي مما يعطيه صلابة تزيد 250 مرة عن صلابة

الحديد النقي نتيجة الاجهادات الداخلية الناشئة وغير المرغوب زيادتها عن الحد المسموح به وإلا تطلب ذلك عملية إرجاع.

- **التخمير (الإرجاع):** عملية إعادة تسخين المعدن أو الخليطة إلى درجة حرارة محددة بانتظام وإبقائها في تلك الدرجة حسب سماكة القطعة ومن ثم التبريد ببطء وانتظام للتخلص من الاجهادات الداخلية غير المرغوب بها مما يخفض صلابة المعدن الناتجة عن التقسية جزئيا، يمكن أن تكون الاجهادات ناتجة عن التشكيل على الساخن أو البارد أو القطع المسكوبة بالسكب.

1-8- المواد المساعدة لعمليات التشغيل والإنتاج
(Assistant Materials in Farming and Production Processes)

تستخدم مواد مساعدة في عمليات التشغيل والإنتاج والصيانة كسوائل التبريد لعمليات التشغيل ومواد التلميع وبودرة اللحام والزيوت والشحوم. تعمل سوائل التزييت والتشحيم على تحسين التوصيل الحراري وتخلق ظروف عمل طبيعي مناسبة وتخفض من الاحتكاك بين سطوح أجزاء الآلة المحتكة وتعتبر الزيوت ذات الأصل المعدني المنتجة من نواتج تكرير النفط من أكثر مواد التزييت استعمالا. تعمل الزيوت على تقليل الاحتكاك والقدرة المفقودة الناتجة عنه نتيجة تسوية سطوح الأجزاء المتحركة وتخفيض ضجيج الآلة ولها اثر تنظيفي بإخراج الأوساخ من الأجزاء المتحركة. يتم اختيار الزيوت المناسبة تبعا للزوجة والحرارة وظروف التشغيل والإضافات الكيميائية للعنصر المراد تزييته في آلات الغزل من جلب وكراسي محاور ورولمانات حيث يمكن استخدام الزيوت الخفيفة لآلات لف المواسير والمرادن وزيوت متوسطة اللزوجة لأجزاء آلة الغزل متوسطة السرعة والزيوت الثقيلة للأجزاء العاملة تحت أحمال ثقيلة والسرعات البطيئة كالكامات وعلب السرعة. وهنا يجب إتباع طرق التزييت الصحيحة والتخلص من التسربات إن وجدت أو الذرات المعدنية المتآكلة قبل إضافة الزيت الجديد للأحواض (علب مسننات وكامات) أو عند التزييت بالأنابيب لكراسي المحاور وأجزاء آلات الغزل.

يمكن أن تكون الشحوم كلسية لمقاومة العوامل الميكانيكية ومقاومة الماء ويمكن أن تكون شحوم كلسية مركبة للمحامل والمضاجع حيث تتحمل درجات حرارة عالية حتى 260 درجة مئوية. وهناك شحوم صودية مقاومة للمواد الكيميائية وتتحمل درجة حرارة 100 درجة مئوية وتستخدم للرولمانات. بالنسبة للمسننات تستخدم شحوم يضاف لها الغرافيت أما القطع البلاستيكية فتشحم بشحم ابيض خاص وهناك شحوم عادية للاماكن قليلة الحركة. يجب اختيار الشحوم والزيوت حسب درجة اللزوجة والتماسك المطلوب ومراعاة نقطة التحول إلى سائل حسب درجة حرارة عمل القطعة المشحمة في خط الغزل.

الفصل الثاني

2- عناصر آلات الغزل

Elements of Spinning Machines

2-1- مقدمة (Introduction)

تزود آلات الغزل والنسيج بالطاقة وتنجز العمليات التكنولوجية المطلوبة عن طريق مجموعة من العناصر المرتبطة مع بعضها لانجاز الحركات المطلوبة، وتشكل عناصر الآلات مع بقية الآليات نظام حركي معين لنقل القدرة في آلات الغزل لإتمام عملية الإنتاج و للحصول على المنتج النهائي. يمكن وضع وسائل نقل الحركة لنقل الحركة بين عمودين متوازيين أو متقاطعين بشكل مباشر أو غير مباشر حيث تدار الآلات إما بمحركات مستقلة لكل جزء أو وظيفة، أو بمحرك رئيسي يعطي الحركة لمحور عام تأخذ الأجزاء الحركة منه باستخدام وسائل نقل حركة مثل الأعمدة والكامات والطارات والسيور والجنازير والعجلات المسننة والمسننات والوصلات والفواصل. ومن هنا لابد من دراسة عناصر آلات الغزل و العناصر التي تنقل الحركة بين أجزاء الآلات في هذا الفصل على أن تدرس ميكانزمات الحركة الخاصة بآلات الغزل لاحقا.

2-2- الاجهادات التي تتعرض لها عناصر الآلات

(Stresses in the Machine Elements)

تتعرض عناصر الآلات إلى عدد من الاجهادات وتصنف إلى:

- اجهادات بسيطة: وهي اجهادات الشد والضغط والهصر والقص.
- اجهادات مركبة: وهي اجهادات الانحناء والالتواء والتحدب.
- اجهادات متحدة: وهي اجهادات مشتركة، كما في الأعمدة التي تتعرض إلى اجهادات التواء وانحناء أو في الجوائز باتحاد إجهاد الشد والضغط مع الانحناء، وقد تتأثر بعض أجزاء الآلة بالتواء مع إجهاد ضغط.
- اجهادات أخرى: اجهادات وانفعالات حرارية، والصدم و التدلي (الانحراف).

لابد من أن تتوفر في عناصر الآلات مقاومة ميكانيكية كافية لحمايتها من الانهيار تحت الحمولات المتغيرة والتي يعبر عنها بمخططات الإجهاد والانفعال والتي تم تناولها في الفصل الأول، و من هنا يجب دراسة تركز الاجهادات وخصوصا عند التغيرات المفاجئة بالمقطع التي تشكل أماكن تركز للاجهادات، يؤخذ بالحسبان عند دراسة مقاومة العنصر شكل العنصر المعرض للإجهاد ونوع المادة المصنوع منها.

هناك عدة أجهزة ميكانيكية وكهربائية لقياس الانفعال والإجهاد، يمكن استخدام نظريات المرونة لتعيين مناطق تركز الاجهادات أو طريقة المرونة الضوئية (نموذج من مادة شفافة لها خاصية الانكسار المزدوج عند تعرضها للإجهاد) وطريقة الشبكة (رسم شبكة على العنصر وتعيين التغير بالأبعاد) وطريقة الطلاء الهش (بعد طلاء العنصر يعرض للإجهاد وتدرس الشقوق المكونة في الطلاء).

انتشرت في الفترة الأخيرة البرامج الحاسوبية التي تعمل على نمذجة العنصر ودراسة الاجهادات المطبقة وأماكن توزيعها بناء على قاعدة معطيات تتبع كل مادة معينة وتعطي نتائج مقبولة وضمن انحرافات صغيرة مما يوفر الوقت والجهد والتكلفة، بالإضافة إلى الاختبارات اللاإتلافية لدراسة بنية العناصر الداخلية. يجب الأخذ بعين الاعتبار العمر الافتراضي للعنصر حسب توصيات الشركة الصانعة التي تحدد عدد ساعات العمل للعنصر قبل الحاجة لتبديله. ولابد من التحديد الدقيق لعامل الأمان عند تصميم العنصر أو وضعه ضمن الخدمة ويعرف بالنسبة بين إجهاد التلف وإجهاد التصميم (أو النسبة بين الحمولة القصوى المسموح بها إلى الحمولة المستعملة).

2-3- عناصر الآلات (Machine Elements)

تلعب عناصر الآلات دوراً هاماً في نقل الحركة وانجاز العملية التكنولوجية المطلوبة عن طريق مقدار السرعة المطلوب نقلها ومقدار العزم وعلاقتها بالعوامل المتعددة كالمسافة بين الأعمدة وأوضاعها، وبالتالي اختيار وسائل نقل وتوصيل الحركة. تنقل الحركة الدورانية باتصال مباشر –ايجابي بشكل احتكاكي كالطارات المتحركة أو بالتعاشق كالمسننات، أو تنقل الحركة الدورانية باتصال غير مباشر –سلبي بشكل احتكاكي كالسيور

والحبال أو بالتعاشق كالجنازير حيث يتم نقل الحركة الدورانية برفع أو تخفيض السرعة الزاوية للدوران (شكل 2-1). فيما يلي سيتم تناول العناصر المستخدمة في آلات الغزل:

شكل 2-1: مثال عن توضع عناصر حركة ضمن هيكل الآلة

2-3-1- السيور والحبال (Belts and Ropes)

أولا: السيور

تنقل السيور الحركة بين محورين (قائد ومقاد) بينهما مسافة وذلك عن طريق تركيب طارتين على المحورين ليتم تركيب السير عليهما ويتعلق مقدار القدرة المنقولة بالسيور على سرعة السير والشد بين السير والبكرة وزاوية التلامس بين السير والبكرة وظروف التشغيل التي يستخدم بها السير. للسيور عدد ساعات عمل محددة تعرف بعمر السير مثلا في حال المعدات التي تعمل لساعات طويلة أو عمل مستمر كالنواقل والمراوح والمضخات (12-26 ألف ساعة) وتنخفض بالمعدات الأقل استخداما كالأدوات المنزلية (7.5-20 ألف ساعة) وفي المعدات ذات طبيعة العمل المتقطع (6-12 ألف ساعة). يتم اختيار السيور حسب سرعة المحاور ونسبة تخفيض السرعة والقدرة المنقولة والمسافة المركزية بين المحاور ووضع المحاور والفراغ الموجود. تتميز السيور ببساطتها وقلة تكلفتها وقدرتها على امتصاص الصدمات والاهتزازات ونقل الحركة بين محاور مختلفة الأوضاع، ولكن وجود الانزلاق يسبب عدم ثبات بنقل السرعة نظرا لاستطالتها تحت تأثير الشد مما يوجب تقصير السير أو تطبيق قوى شد بواسطة اسطوانات الشد المساعدة. لا تتطلب السيور عمليات تشحيم كالمسننات وتتطلب صيانة اقل وبالتالي تكلفة اقل وتعمل بشكل جيد لامتصاص تغير الحمل بشكل مفاجئ وتعمل بشكل هادئ وبضجيج اقل، يبين الشكل 2-2 أمثلة عملية عن استخدام السيور في آلات الغزل.

شكل 2-2: أمثلة عن استخدام السيور في آلات الغزل

تستخدم السيور في آلات الفتح والتنظيف لتوصيل الحركة إلى الاسطوانات والمضارب (ERM)، وفي آلة التفتيح والمزج، واسطوانات النزع في آلة المزج، و في آلية تشغيل الحلزون العلوي وقاعدته لتعبئة الشريط في البراميل في آلات الكرد الحديثة، وفي نقل الحركة من المحرك إلى اسطوانة المنشار واسطوانات التنظيف الخاصة بجرائد الفلاتس، وفي تحريك الأجزاء التي تأخذ الحركة من الاسطوانة الرئيسية، وفي آلية توصيل الحركة إلى اسطوانات النصبة في آلات السحب الحديثة، وفي أجهزة السحب حيث يعتبر استخدام السيور العدلة هاماً فيها وذلك للتخلص من الأخطاء الدورية الناتجة عن الشعيرات والغبار المتراكم على أسنان السيور المسننة في آلات الغزل. تستخدم أيضا في آلات الغزل الاحتكاكي (Draft Spinning) لاسطوانة التفتيح واسطوانة الاحتكاك واسطوانة النزع. وتستخدم السيور في آلية تحريك الروتور في الغزل التوربيني والية توصيل الحركة من المحرك إلى آلية السحب وآلية التكستوريه وكما تستخدم الشرائط

والسيور في تحريك المغازل في آلة الغزل الحلقي أو آلات التطبيق وآلات البرم (1-2For-) والبكرات متغيرة القطر لسيور V في آلة الغزل الحلقي.

تكون السيور العدلة ذات مقطع مستطيل ذات سطح مستوي على شكل شريط مفتوح ويتم توصيل طرفي السير باللصق أو بوصلات سلكية أو بالمسامير أو بالخياطة بمقاسات محددة قياسية. تصنع السيور العدلة من الجلد أو الكاوتشوك ويدخل بتركيبها ألياف قطن أو ألياف صناعية وتعطى معاملات الاحتكاك حسب المادة المصنع منها فتكون للسيور الجلدية (0.4) وللبولي أميد (0.5 to 0.8) ولليوراثين (0.7). تتحمل السيور العدلة الجلدية الاجهادات العالية وتحقق سرع حتى 40 (m/s) وتوفر مرونة عند نقل السرعات المتغيرة وبسماكة حتى 5.5 للطبقة الواحدة و9 ملم للطبقتين. تستخدم السيور الكاوتشوكية في نقل الأحمال الخفيفة ولسرع 20-30 (m/s) ولا تتحمل التغير الحاد بالسرعة ويدخل بتركيبها قماش مصنوع من القطن ويمكن أن يكون من عدة طبقات متداخلة كاوتشوكية فقط أو من القطن والكاوتشوك.

ويمكن أن تنقل السيور الحركة بين أكثر من محور لنفس السير ويمكن إضافة عمود إدارة مرحلي في حالة عدم إمكانية نقل الحركة من العمود القائد للعمود المقاد مباشرة كما في الشكل ويمكن نقل الحركة بين الأعمدة المتقاطعة أو المتعامدة (شكل 2-3). السيور العدلة قابلة للعمل على بكرات الفصل والوصل كما في خطوط الفتح والتنظيف التقليدية وآلات الكرد والسحب والغزل و تعطي ميزات باستخدامها على البكرات المخروطية ويمكن استخدامها لمسافات طويلة لا يمكن لغيرها من السيور تلبيتها.

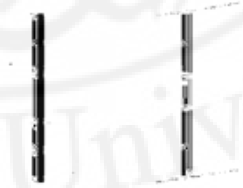
شكل 2-3:نقل الحركة بين الأعمدة المتعامدة

يقدر الضياع الناتج عن الانزلاق في السيور بشكل عام بحدود 0.5-2 %. لرفع نسبة نقل القدرة يجب ضبط شد السير عن طريق تقصير السير للتخلص من المنطقة غير

المشدودة أو ضبط البكرة القائدة بتحريك المحرك و ضبط مسافته بواسطة براغي أو بتدويره، ويمكن لبكرة إدارة واحدة إدارة مجموعة من البكرات الأخرى لتامين شد للطرف الرخو كالطرق التالية (شكل 2-4).

شكل 2-4:طرق ضبط شد السير

في حال نقل القدرة المنخفضة والمتوسطة وسرع حتى 25 (m/s) تستعمل سيور مصنعة من نسيج القطن المشرب بمواد تقوية وتكون مقاومة لتأثير القلويات ولكنها تتأثر بالرطوبة المرتفعة وأدخنة الأحماض، يمكن استعمال وبر الجمال لصناعة سيور تتحمل الرطوبة والأحماض ولمجال سرع حتى 30 (m/s) . وتكون البكرات عدله مستوية أو منحنية أو بحافة (شكل 2-5) كما في آلات الكرد. يكون عرض البكرة اكبر من عرض السير بحدود 12-20 %، يمكن استخدام السيور لتغيير السرعة تدريجيا كما في الطارات المخروطية كما في جهاز بناء البوبين بالات البرم وجهاز البيانو بالات تشكيل الملف بخط التفتيح التقليدي أو الطارات المدرجة لإدارة آلات الغزل.



مخروطية مدرجة عدله بحافة عدله

شكل 2-5:أنواع البكرات

هناك طريقتان لتركيب السيور العدلة، ففي السير المفتوح (Open Belt) تكون حركة البكرات بنفس الاتجاه ويكون الشد بالطرف السفلي أعلى منه بالطرف العلوي (شكل 2-6). أما في السير المتقاطع (Cross Belt) تنتقل الحركة بعكس الاتجاه ويفضل أن يكون الجانب الرخو في الأعلى لرفع كفاءة نقل الاستطاعة.

$$L = 2C + [\pi (D_1 + D_S)/2] + [(D_1 - D_S)^2/4C]$$

شكل 2-6: السير المفتوح

شكل 2-7: السير المتقاطع

$$L = 2C + [\pi (D_1 + D_S)/2] + [(D_1 + D_S)^2/4C]$$

$$\alpha' = \alpha'_S = \alpha'_1 = 2[180 - \cos^{-1}\{(D_1 + D_S)/2C\}]$$

في حال وجود أكثر من طارتين نستخدم العلاقة:

$$\frac{\text{عدد دورات المقادة الأخيرة}}{\text{عدد دورات القائدة الأولى}} = \frac{\text{حاصل ضرب أقطار الطارات القائدة}}{\text{حاصل ضرب أقطار الطارات المقادة}}$$

حساب نسبة نقل السرعة (مع إهمال الانزلاق):

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{t + D_1}{t + D_2} = \frac{D_1}{D_2}$$

حيث أن N_1 سرعة البكرة القائدة (عدد الدورات بالدقيقة)، N_2 سرعة البكرة المقادة (عدد الدورات بالدقيقة)، D_1 قطر البكرة القائدة، D_2 قطر البكرة المقادة، t ثخانة السير.

بمعرفة نسبة الانزلاق الكلية (S) يمكن حساب نسبة انزلاق السيور بالعلاقة:

$$\frac{N_2}{N_1} = \left(\frac{D_1 + t}{D_2 + t}\right) \times \left(1 - \frac{S}{100}\right) = \frac{D_1}{D_2} \times \left(1 - \frac{S}{100}\right)$$

وذلك بإهمال سماكة السير (t).

وتعطى القدرة المنقولة بالسير تعطى بالعلاقة:

$$P_T = \frac{(T_A \times V \times F_P \times F_V)}{K}$$

أو بالعلاقة:

$$P_T = \frac{(T_1 - T_2) \times V}{1000} = \frac{2\pi\, n\, M_t}{60\,000} \quad KW$$

حيث أن P_T القدرة لمنقولة، V سرعة السير (m/s)، F_P معامل تصحيح السير أو البكرة، F_V معامل تصحيح السرعة، K معامل خدمة السير. T_A شد السير المسموح به (N) ويساوي ضعف شد السير الأولي. T_1 و T_2 قوى شد السير (نيوتن) حيث μ معامل الاحتكاك و θ زاوية التماس بالراديان ($\pi \times \theta/180$). يعطى العزم (N.m) لبكرة قطرها D بالمتر بالعلاقة:

$$M_t = \frac{(T_1 - T_2) \times D}{2}$$

$$T_1 = T_2 e^{\mu\theta}$$

تعطى القدرة المنقولة بالعلاقة:

$$P = (T_1 - T_2)\, v\, /1000 = 2\pi\, NM_t\, /\, 60\,000$$

$$M_t = (T_1 - T_2) \times D/2 \quad \rightarrow \quad T_1/T_2 = e^{\mu\theta}$$

يهمل الشد الناتج عن الطرد المركزي فيكون الشد الأولي:

$$T = (T_1 + T_2)\, /\, 2 \qquad T_{max} = T_1 + T_2$$

للشد الأعظمي وباعتبار الشد الناتج عن قوة الطرد المركزي حيث أن ثلث الشد يكون على شكل شد طرد مركزي: $T_c = T_{max}/3$

بالنسبة للسير V أو السيور المستديرة تكون العلاقة:

$$T_1 / T_2 = e^{[\mu\theta/\sin\alpha]}$$

يمكن اختيار قطر البكرة القائدة من الشركات الصانعة الأقرب للبعد التالي:

$$D = 1.114 \times \sqrt[3]{\frac{P}{n}} \quad (mm)$$

$$T_1 = T_2 e^{\mu\theta}$$

T_1 و T_2 قوى شد السير في الطرف المشدود والطرف الرخو (نيوتن) ، μ معامل الاحتكاك و θ زاوية التماس بالراديان $(\pi\times\theta/180)$ ، V سرعة السير (متر/ثانية) ، T_c قوة شد السير العظمى (N) ، Tcقوى شد الناتجة عن قوة الطاردة المركزية (N). 2α زاوية الأخدود للسير V، P الاستطاعة المنقولة و n عدد الدورات بالدقيقة.

يمكن نقل الحركة بالشرائط في حال القدرات الصغيرة وتكون من نسيج القطن أو الألياف المبطنة بالمطاط المضغوط عليها (شكل 2-8)، ويمكن استخدامها في الغزل التوربيني وإدارة مرادن الغزل لآلة الغزل الحلقي حيث تنقل الحركة لقدرات صغيرة وسرع عالية ولكنها قد تعاني من الانزلاق ولا تنقل قدرات عالية.

شكل 2-8: الشرائط القطنية المطاطية

تكون سيور حرف V ذات مقطع شبه منحرف مقلوب تركب في مجاري خاصة لها نفس مقطع السير على محيط طارات نقل الحركة لتامين احتكاك عالي (شكل 2-9)، تصنع السيور (V) من طبقة أو عدة طبقات من القماش المضغوط بالمطاط وخيوط قطنية أو صناعية مجدولة للتقوية وتحمل الاجهادات وطبقة مطاطية ممزوجة بألياف القطن لتحمل اجهادات الضغط بين البكرة والسير وتستخدم أيضا ألياف تقوية من النايلون والبوليستر وألياف الزجاج والاراميد والفولاذ. يمكن استخدامها لنقل السرعات بنسب عالية وثابتة لقلة انزلاقها والقدرة على تغيير السرعة تدريجيا، تكون مقاومتها لعزم الانحناء العالي اقل

مقارنة مع السيور العدلة بسبب ارتفاع السير وعرضه ولا يمكنها امتصاص الصدمات وتستخدم في المسافات الصغيرة بين الأعمدة ولنسب تخفيض سرعة حتى (1/7)، وتستخدم لنقل سرع بين 300-1500 (m/s) كما يستخدم في آلات الغزل الحلقي وآلات الغزل التوربيني لنقل هادئ وسلس للقدرة حتى بالسرعات العالية و يحدد نوعه ومقاسه بحسب عرض السير (12.5- 38 mm) وارتفاع السير (8-19 mm).

شكل 2-9: سيور(V)

يستخدم سير V المتعدد في (PIV) لزيادة نسبة نقل القدرة (شكل 2-10). لزيادة السرعة تتحرك الأقراص إلى جانب بعضها بعض بواسطة مكبس هوائي أو هيدروليكي عن طريق رافعة تتحكم بالحركة وتستخدم للتحكم بسرعة المغازل، العلاقة بين قوى الشد على طرفي السير :

$$2.3 \log [T_1/T_2] = \mu . R \operatorname{cosec} \beta$$

حيث μ معامل الاحتكاك بين السير والبكرة و R و β نصف القطر والزاوية للأخدود.



شكل 2-10:PIV

تصنع السيور مستديرة المقطع من المطاط المعالج ويحدد أنواعها بأقطارها التي تبدأ من 6 ملم ويمكن إعادة لحامها عند انقطاعها (شكل 2-11)، وتحتاج إلى شد ابتدائي وتستخدم لنقل القدرة الخفيفة والمتوسطة والسرعات المنخفضة بدون ضوضاء كالسيور

المستخدمة في آلات الكرد. بالنسبة للحبال أو السيور مستديرة المقطع حيث كتلة السير $M = m.r.d\theta$ و طول القوس AB هو : $AB = r.d\theta$

$$Pc = Mv^2 / r = (m.r.d\theta)\, v^2 / r = m.d\theta.v^2 \qquad (1\text{-}2)$$

$$2T_c \sin (d.\theta/2) = m.d\theta.v^2 \qquad (2\text{-}2)$$

بسبب صغر الزاوية:

$$\sin (d.\theta/2) = d.\theta/2 \qquad (3\text{-}2)$$

بالتالي:

$$2T_c (d.\theta/2) = m.d\theta.v^2 \qquad (4\text{-}2)$$

$$T_c = m.v^2 \qquad (5\text{-}2)$$

حيث أن m كتلة الواحدة الطولية للسير، v السرعة الخطية للسير، r نصف قطر البكرة، T_c فعل الشد الطرد المركزي المماسي، $d\theta$ الزاوية المقابلة للسير AB على مركز البكرة، P_c القوة الطادرة المركزية المؤثرة على السير.

شكل 2-11: سيور مستديرة المقطع

وتكون القدرة العظمى المنقولة:

$$P = (T_1 - T_2) \times v \quad (Watt) \qquad (6\text{-}2)$$

$$P = (T_1 - T_1 / e^{\mu\theta}) \times v = T_1 (1 - 1 / e^{\mu\theta}) \times v = \mathbf{T_1 \times v \times C} \qquad (7\text{-}2)$$

حيث C هو ثابت ويساوي $(1 - 1 / e^{\mu\theta})$

مع تخفيض الشد الناتج عن الطرد المركزي:

$$P = (T - T_c)\, v\, C = (T - mv^2)\, v\, C = (Tv - mv^3)\, C \qquad (8\text{-}2)$$

بالمفاضلة:

$$T - 3\,mv^2 = 0 \qquad (9\text{-}2)$$

$$T - 3T_c = 0 \qquad (10\text{-}2)$$

نعلم أن $(T = m.v^2)$ وبالتالي: $\mathbf{T = 3T_c}$

وهناك السيور المسننة مستطيلة المقطع وتكون طاراتها ذات أسنان تتعاشق مع السير وتتميز بذلك بنقل الحركة بدون فقدان في السرعة وتصنع بحيث تقوى الطبقة العلوية الكاوتشوكية بألياف قطنية أو اصطناعية أو معدنية ذات متانة عالية للتقوية والطبقة السفلية تكون من المطاط المقوى المقاوم لاجهادات القص والضغط وتلامس سطح أسنان البكرة القائدة ويكون الانزلاق محدود (شكل 2-12). تستخدم في آلات الكرد الحديثة كنقل الحركة في الدوفر واسطوانة التخليص وآلية تغذية البرميل بالشريط، كما تستخدم في آلات التمشيط في آلية تغذية البراميل بالشريط الممشط، ولها تطبيق هام في تغيير اتجاه برم الخيط في آلة الغزل الحلقي. يمكن أن تكون السيور مسننة من جهة واحدة لسرع حتى 85 (m/s) ، زيادة الخطوة للسن تزيد من قدرة السير على نقل القدرة ، ويمكن أن تكون السيور مسننة من الجهتين لتستعمل لنقل الحركة لأكثر من محورين.

شكل 2-12: السيور المسننة مستطيلة المقطع

ثانيا: الحبال

استخدمت الحبال سابقا في الآلات البخارية و لها استخدامات ولو أنها نادرة في الآلات الحديثة حيث أنها تستخدم عند نقل الحركة بين محاور ذات مسافة كبيرة فيما بينها ولسرع منخفضة وأغراض محددة وقدرة منقولة عالية (شكل 2-13). تصنع الحبال من القطن المجدول بأقطار مختلفة، وهناك الحبال المصنعة من أسلاك الفولاذ المرنة المجدولة بأقطار مختلفة ويمكن أن يغلف الحبل بالقطن أو يبطن مجرى البكرة بالخشب

أو الجلد للحماية من الاحتكاك. يغلب استخدام الحبال في الروافع و يمكن استخدامها الحبال في آلات الفتح والتنظيف لاسطوانات النزع وفي آلات الكرد لتحريك اسطوانات التنظيف للفلاتس وتجهيزات الكسوة المعدنية. يبين (شكل 2-14) طريقة حساب رد الفعل الكلي على الحبل وقوى الاحتكاك المتولدة. حيث أن μ عامل الاحتكاك، 2α زاوية الأخدود، R_1 قوة رد الفعل بين الحبل والبكرة، R قوة رد الفعل الكلي. F_r قوة الاحتكاك. تعطى الاستطاعة المنقولة بالحبال بالعلاقة:

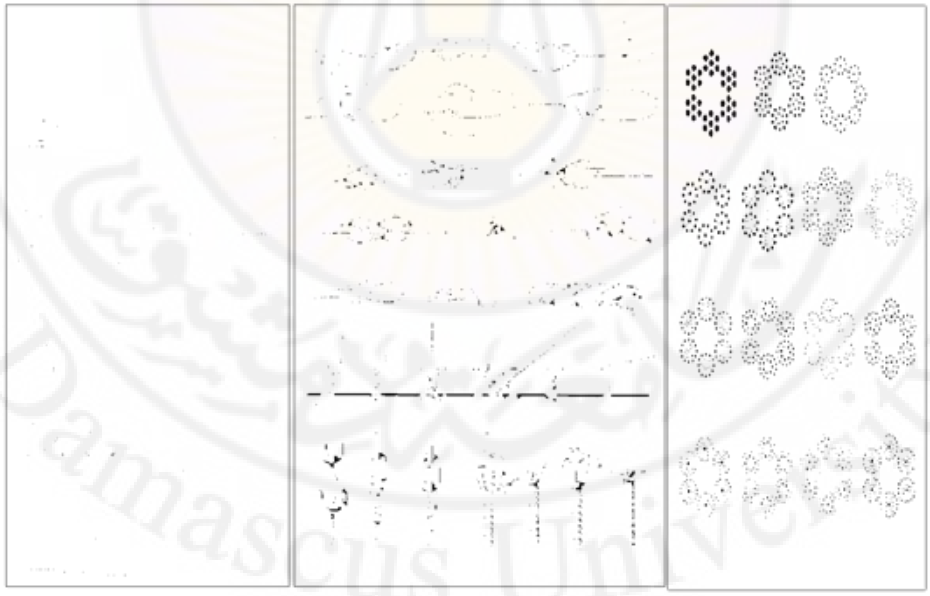
$$P = F.V.N = (T_1 - T_2).V.N \quad (w)$$

$$T_1 = T_2 e^{\frac{\mu\theta}{\sin\alpha}}$$

حيث أن F قوة التحريك (N) و V السرعة (m/s) و N عدد الحبال و T_1 و T_2 قوى الشد (N) و μ معامل الاحتكاك و θ زاوية التماس rad، 2α زاوية الأخدود في البكرة. عند اخذ θ زاوية التماس بين الحبل والبكرة بالدرجة تصبح العلاقة :

$$T1 / T2 = 0.007578 \times [\mu\theta / \sin\alpha]$$

نعلم أن (1 hp = 745.7 W)



شكل 2-13: الحبال



شكل 2-14: حساب رد الفعل الكلي على الحبل

2-3-2- الجنازير (Chains)

تتكون الجنازير من مجموعة حلقات متداخلة مع بعضها وتحوي كل حلقة على تجويف معد لسن واحد من أسنان العجلة المسننة، تنقل الجنازير الحركة عن طريق مسنني الجنزير المركبين على المحورين المتوازيين (القائد والمقاد)، للجنازير نوعان أما جنازير الاسطوانات وجنازير الجلب وجنازير الاسطوانات والجلب والجنازير المسننة. تتميز بنقل دقيق للحركة لعدم وجود انزلاق وبمردود يصل إلى 99% وبعمر تشغيل طويل، ولكن يصدر عنها ضوضاء وتتطلب صيانة وتزييت وتشحيم ولا تناسب التحكم بالسرعات الدقيقة بسبب التآكل الذي يحصل بوصلات الجنزير، تصل نسبة نقل السرعة إلى 10/1 وتصل سرعة الجنزير إلى 1440 متر بالدقيقة والقدرة المنقولة حتى 100 كيلو وات. لا تفضل الزيوت عالية اللزوجة في التزييت كونها لا تدخل الأجزاء الدقيقة في أجزاء السلسلة. تكون العجلتان مساوية أو مختلفة عدد الأسنان لتغيير السرعة المنقولة للمحور المقاد تعطى العلاقة بين السرعة وعدد أسنان العجلة المسننة:

$$V_1.Z_1 = V_2.Z_2$$

حيث أن V_1, V_2 سرعة العجلة المسننة القائدة والمقادة و Z_1, Z_2 عدد أسنان العجلة المسننة القائدة والمقادة.

يبين (شكل 2-15) كيف يمكن للجنازير تحريك عدة محاور مقادة من محور قائد مع اتجاهات دوران مختلفة وكيف يتم شد الجنزير بواسطة مسنن الشد بين النجمة القائدة والنجمة المقادة.

شكل 2-15: الجنازير

توجد الجنازير في آلات التفتيح والتنظيف وفي المضارب وآلات الكرد وآلات تحضير الملفات وآلات البرم التقليدية (الفانوس) وآلات السحب والتمشيط (عمود اسطوانة الفرشاة) والغزل الحلقي (السكة) والاحتكاكي، تستخدم الجنازير لنقل الحركة بين المضارب والاسطوانات الملساء واسطوانات التغذية في آلة التنظيف، ونقل الحركة لمحور اسطوانة الفرشاة في آلة التمشيط ونقل الحركة لاسطوانات السحب في آلات الغزل الاحتكاكي ونقل الحركة لاسطوانات النصبة والعداد في آلة السحب ونقل الحركة في آلة الفتح بين الشبكة إلى اسطوانات التغذية في آلة التفتيح من خلال القابض. وتستخدم لنقل الحركة إلى العربة في آلة الغزل الحلقي ونقل الحركة إلى الفانوس والبوبين في آلات البرم التقليدية ولتحريك الاسطوانات المشكلة للملف في آلة تحضير الملفات. وتستخدم الجنازير أيضا لنقل الحركة إلى اسطوانات التغذية في آلات الكرد الحديثة، ويمكن استخدام الجنازير في مغير السرعة (PIV) بواسطة الجنازير (شكل 2-16). يعطى طول السلسلة L بدلالة عدد الحلقات L_n والخطوة p بالعلاقة:

$$L = L_n . p$$

$$L_n = \frac{2C}{p} + \frac{(z_1 + z_2)}{2} + \frac{(z_2 - z_1)^2}{40}\left(\frac{p}{C}\right)$$

حيث أن C المسافة المركزية بين المحاور للنجمة القائدة والمقادة و Z_1 عدد أسنان النجمة الصغرى و Z_2 عدد أسنان النجمة الكبرى.

شكل 2-16:PIV

2-3-3- معدات الإحكام (Prevent Leakage Equipment)

تقوم معدات الإحكام بحصر الزيت والماء والسوائل الأخرى ضمن حيز معين ومنعها من التسرب أو إحكام تخلية فراغ ما، فالجوانات عبارة عن قطع مصنوعة من خلائط معدنية أو مطاطية أو ورق مضغوط أو حرير صخري. توضع الجوانات بين سطحين أو أكثر وعند شد السطوح تقوم الجوانات بملء الفراغات التشوهات في السطوح مما يحكم أماكن الاتصال ويمنع تسرب الغازات والسوائل. يجب أن تكون مقاومة للزيوت والشحوم وموانع التجمد والماء والمحاليل الملحية، ويتم تغييرها بعد الاستعمال نتيجة لتشوهها وعدم قابليتها لأداء مهمتها بعد الفك. هناك حلقات مصنوعة من المطاط الصناعي أو النايلون أو الجلد تستعمل لمنع تسرب الزيوت والشحوم من جيوبها أو دخول أجسام غريبة لها، تطلى أسطح الجوانات بمواد سائلة أو نصف صلبة قبل التركيب وتتحول بعد التركيب لحالة صلبة أو مرنة مما يزيد إحكام الوصل بين السطوح الموضوعة بينها هذه المواد.

2-3-4- المسننات (Gears)

تعمل المسننات على نقل الحركة بالاتصال المباشر من محور إلى محور وتحقق مرونة عالية في نقل الحركة بين المحاور المتوازية أو المتعامدة ولسرعات منخفضة أو متوسطة أو عالية وتكون ذات أسنان داخلة أو خارجية، تكون أسنانها موازية للمحور أو مائلة أو لولبية. تصنع المسننات العدلة من الفولاذ الكربوني أو الحديد الصب أو الحديد الزهر أو النحاس أو الفيبر، تكلفة صناعة المسننات عالية وتتطلب زيوت وشحوم لصيانتها ويمكن أن تصدر ضوضاء وتتمتع بسرعة استجابة عالية وصغر الحيز المشغول مقارنة مع

أنظمة نقل الحركة الأخرى. للمسننات عدة أنواع (شكل 2-17)، في المسننات المائلة تكون أسنان المسنن مائلة بزاوية على محور المسنن وتكون قادرة على تحمل اجهادات اكبر. أسنان المسننات الحلزونية ذات منحني حلزوني وتستخدم المسننات الحلزونية في آلات الكرد لتغذية البرميل بالشريط وفي تحريك البوبين في آلات البرم. تحول الجريدة المسننة الحركة الدورانية إلى حركة مستقيمة ولها عدة تطبيقات في آلات الغزل التقليدية لآلة تحضير الملفات في خط التفتيح وفي حامل البوبينات في آلة البرم. ميكانزم الترس والسقاطة يحوي أسنان مائلة باتجاه الدوران وسقاطة لتوقف الدوران بعد دورانه بزاوية مقدارها سن واحد أو أكثر حسب الغرض وتوقيت دوران المسنن ويستخدم بجهاز بناء البكرة في آلة البرم وآلة الغزل. تستخدم المسننات الكوكبية في جهاز بناء البكرة. تقوم المسننات المخروطية بنقل الحركة بين المحاور المتقاطعة والمتعامدة، و تستخدم في نقل الحركة لعربة البوبين في آلات البرم وفي نقل الحركة من اسطوانة الكالندر إلى اسطوانة التغذية لجهاز الشريط والحلزون الرصاص وصفيحة التغذية للرصاص في آلات الكرد والتمشيط والسحب، وفي نقل الحركة بين الدوفر واسطوانة التغذية في آلات الكرد منخفضة السرعة، وفي نقل الحركة لميكانزم إيقاف الملف في خطوط الفتح والتنظيف التقليدية. تقوم المسننات الدودية بتعاشق مسننات عدله أو مائلة مع مسننات حلزونية دودية على شكل قضيب معدني. يعمل المسنن دودي (اللولبي) بفعالية عالية وينقل قدرة حتى 100 كيلووات تطبيقها وتستخدم بين الاسطوانة والفلاتس في آلة الكرد وفي ميكانزم بناء البكرة في آلة الغزل الحلقي وفي نقل الحركة للكامات وفي نقل الحركة في اسطوانة المبدل في السكتشر التي تنقل الحركة لاسطوانة التغذية من البكرة المخروطية العليا، وفي نقل الحركة بين آلية إيقاف الملف واسطوانة الكالندر السفلى في آلات السكتشر.

شكل 2-17: المسننات

بالعودة إلى العناصر الرئيسية في **المسننات العدلة** (شكل 2-18) يمكن إجراء الحسابات التالية:

الخطوة الدائرية:

$$P_c = \frac{\pi \mathrm{D}}{T}$$

الخطوة القطرية:

$$P_d = \frac{T}{D} = \frac{1}{m}$$

D قطر دائرة الخطوة

T عدد أسنان المسنن

m الموديول (ملم)

شكل 2-18: المسننات البسيطة

تحليل القوى:

تحول القوة (F_n) إلى مركبتين ناظمية(F_t) , وقطرية (F_r) بالاعتماد على زاوية الضغط (ϕ) في (شكل 2-19):

$$F_t = F_n . \cos \emptyset$$
$$F_r = F_n . \sin \emptyset$$
$$F_t = F_r . \tan \emptyset$$

يعطى العزم (M_t) والقدرة المنقولة P بالعلاقة:

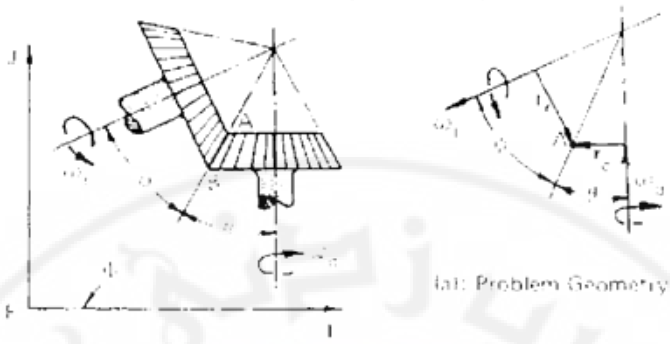
$$M_t = F_t . r$$
$$P = \frac{2 . \pi . n . M_t}{60 \times 10^6}$$

شكل 2-19

n عدد دورات المسنن في الدقيقة

r نصف قطر دائرة الخطوة (ملم)

بالنسبة **للمسننات المخروطية** (شكل 2-22):



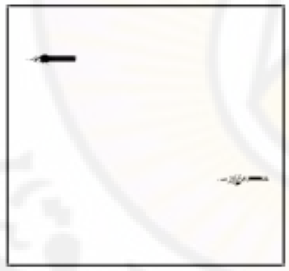
شكل 2-20: المسننات المخروطية

$$V_A = \omega_d \times r_d = \omega_f \times r_f$$

باعتبار $(\omega_f \geq \omega_d)$ و $(\theta \geq \phi)$ و $(\theta + \phi = \pi/2)$ عند ذلك يكون:

$$\omega_f = \omega_d \sin\theta / \sin\phi = \omega_d \times \tan\theta \qquad (0 < \theta < \pi/2)$$

لحساب نسبة النقل في **المسننات المركبة** حيث يكون هناك أكثر من مسنن على نفس المحور (شكل 2-21) كالتالي:



شكل 2-21: المسننات المركبة

$$\text{نسبة المسننات} = \frac{T_D}{T_C} \times \frac{T_B}{T_A}$$

$$\text{نسبة نقل السرع} = \frac{N_D}{N_A} = \frac{N_D}{N_C} \times \frac{N_B}{N_A}$$

تتكون **المسننات الكوكبية** من ترس شمسي وآخر حلقي ومجموعة مسننات كوكبية قابلة للدوران في حامل المسننات الكوكبية (شكل 2-22).

شكل 2-22: المسننات الكوكبية

بتثبيت الترس الحلقي في الداخل حيث تدار المسننات الكوكبية بواسطة المسنن الشمسي وتتدرج على الأسنان الداخلية للمسنن الحلقي و يدور مع العمود ويتم الحصول على تخفيض كبير بنسبة نقل الحركة، في حال تثبيت الترس الشمسي ستدور المسننات الكوكبية بواسطة الترس الحلقي لتدور على الترس الشمسي ويدور حامل المسننات الكوكبية وعموده في نفس الاتجاه محققا تخفيض اقل للسرعة. بتثبيت الترس الحلقي والترس الشمسي ستدور المسننات الكوكبية معهما وتكون سرعة العمود القائد والمقاد واحدة. وعندما يثبت حامل المسننات الكوكبية تدور المسننات الكوكبية حول محورها بواسطة المسنن الشمسي وتدور المسننات الكوكبية بالاتجاه العكسي وتأخذ معها المسنن الحلقي ويتم الحصول على دوران عكسي مع تخفيض سرعة (شكل 2-22). يمكن مراجعة العلاقات الخاصة بالأقطار ($2D_P+D_S=D_A$) وعدد الأسنان ($2T_P+T_S=T_A$) و تم وضع علاقات السرع في الأسطح الدوارة المتلامسة (شكل 2-23) في ال جدول 2-1.

شكل 2-23: المسننات الكوكبية

جدول 2-1 : علاقات السرع للأسطح الدوارة المتلامسة

	خطوة	ذراع	مسنن D	مسننات B–C	مسنن A
1	ذراع ثابتة والمسنن S يدور دورة واحدة	0	+1	$-\frac{T_D}{T_C}$	$-\frac{T_D}{T_C}\times\frac{T_B}{T_A}$
2	ذراع ثابتة والمسنن S يدور x دورة	0	+x	$-x.\frac{T_D}{T_C}$	$-x.\frac{T_D}{T_C}\times\frac{T_B}{T_A}$
3	إضافة عدد دورات y + لكل العناصر	+ y	+ y	+ y	+ y
4	الحركة الكلية (2+3)	+ y	x + y	$(y-x).\frac{T_D}{T_C}$	$(y-x).\frac{T_D}{T_C}\times\frac{T_B}{T_A}$

يمكن تفسير ذلك جبريا في (شكل 2-24):

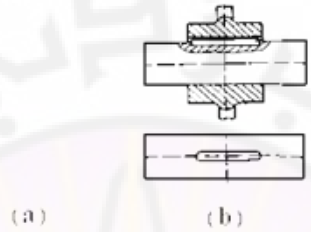


شكل 2-24: الحل الجبري

2-3-5- طرق الوصل والخوابير (Joints and Keys)

تقسم الوصلات الثابتة إلى نوعين، النوع **الأول** عبارة عن وصلات غير قابلة للفك كالبرشمة والدلفنة واللحام والتوافق الداخلي أو الخارجي، و **النوع الثاني** عبارة عن وصلات قابلة للفك كوصلات اللوالب والمسامير المشقوقة والوصلات الوتدية والخوابير والوصلات المسننية. يجب اختيار الوصلات بما يناسب المتانة والإحكام والجساءة وأحيانا التوصيل الحراري ويمكن القيام بالوصل المختلط (البرشمة للمتانة واللصق للإحكام). تعرف الخوابير بأنها وسيلة اتصال بين الأعمدة والقطع الناقلة للحركة والمركبة عليها كمثبتات فولاذية تركب بين جزئي الآلة ليعملا كجزء واحد، ويمكن أن تكون مجهدة

مركبة بالحشر أو غير مجهدة مركبة دون قوى، وهي بسيطة التركيب والفك ورخيصة وكفاءتها عالية ولكن المجاري الخاصة بها تقلل السطح الفعال والعزم المنقول وقد تسبب انهيارات نتيجة تركز الاجهادات عند مجاري الخوابير وعدم مقدرة الخابور على نقل عزوم الدوران الكبيرة. تشكل مجاري الخوابير بعملية التفريز وتصنع الخوابير من الفولاذ المسحوب على البارد وتعتبر الخوابير المربعة والمستطيلة الأكثر استعمالا.



شكل 2-25: الخوابير

ومن أنواعها خوابير وودروف (woodruff) ذات الشكل نصف الدائري تعمل بأطرافها الجانبية ولكنها تركب في مجاري عميقة مما يقلل من متانة العمود. وهناك خوابير الريشة (feather keys) التي تثبت المسننات والطارات التي من الضروري انزلاقها محوريا على العمود وتتمتع بخلوص بين الخابور ومجرى الجزعة.

تلبي أعمدة الحركة المخددة (splined shaft) متطلبات الدقة وظروف التحميل المعقدة فهي مقاومة للصدم وللحمولات العالية المتغيرة لمساحة اتصالها الكبير وتضمن تمركز جيد للقطع الموصولة. ولكن لا يكون توزيع الحمولة بين الأخاديد منتظم وتتعرض لاجهادات اقل قيمة من قيم الاجهادات على الخوابير.



شكل 2-26:الأعمدة المخددة

يمكن أن تكون الخوابير المجهدة غاطسة برأس أو بدون رأس ومن أنواعها خوابير السرج أو المماسية أو المسطحة وهناك الخوابير المستديرة والمسامير، ونذكر هنا بمسامير القص (الأمان) والتي تنهار عند زيادة التحميل لحماية التجهيزات.

2-3-6- مسامير الربط والبراغي (Bolts and Screws)

تعتبر البراغي أكثر وسائل الربط استخداما وهي عبارة عن قضبان صغيرة محلزنة ينتهي الطرف الأخر للبرغي برأس سداسي أو نصف كرة مشقوق أو أشكال أخرى محتوية على شقوق متصالبة للمساعدة على فك وتركيب البرغي كما يبين الشكل 2-27.



شكل 2-27: أشكال الأسنان و براغي الآلة

إن قياس سن حلزون البرغي ومقطع السن يلعب دوراً في استبدال البرغي ومقاومته وخواص أدائه وإمكانية صنعه وقد يكون البرغي يمينياً أو يسارياً. تصنع البراغي من

معادن مختلفة حسب الاستخدام (الفولاذ عالي الكربون والفولاذ الطري وفولاذ الكروم والنحاس الأصفر) وتستعمل في تثبيت الوصلات التي تحتاج إلى متانة عالية و فك لأغراض الصيانة و التجديد. يتكون البرغي من الرأس (عادي, مصلب, مسنن, بصامولة) والساق والجزء المسنن بشكل لولبي ويحدد قياس البرغي وفق طوله و قطره. هناك عدة أنواع للبراغي مثل السن الأمريكي سيلرز (مثلث متساوي الساقين بقمة وقاع مستويين) والسن الانكليزي ويتوورث (مثلث متساوي الساقين بقمة وقاع مستديرين) و للتغلب على الفروق بين السن الانكليزي والأمريكي لعدم إمكانية استخدام احدهما مكان الأخر قام المصنعين باستخدام السن الموحد و السن المتري (مستدير القاع ومسطح القمة) وهناك أنواع متعددة كسن دارلت وأسنان الأنابيب وأسنان القلاووظ وأسنان شبه المنحرف والأسنان المستديرة والأسنان المنشارية.

مسمار الربط العادي ذو مقدمة محلزنة لتركيب عزقة سداسية الشكل أو مربعة وينتهي من الطرف الأخر برأس، أما مسمار الوتد فهو قضيب محلزن من الطرفين وأطول من برغي العزقة يثقب احد طرفيه بثقب محلزن معد مسبقا بجسم الآلة أو احد أجزائها ويبرز الطرق الآخر ليقوم بضم الجزء المراد تثبيته بين جسم الآلة وعزقة سداسية تركب على الطرف البارز. وكثيرا ما توضع تحت العزقات السداسية أو الرأس السداسي للبرغي حلقات معدنية (رنديلات) كاملة أو ناقصة لتوزيع ضغط الشد وزيادة التثبيت والإحكام وملء الفراغ وحماية العزقات ورؤوس البراغي من التآكل (شكل 2-28). تستخدم وسائل الإقفال في الوصلات المعرضة لحمولات متناوبة مؤدية إلى ارتخاء الصامولة كالآلات المعرضة للاهتزازات، ويمكن أن تكون وسيلة إقفال خاصة بالصامولة (locking device) أو الرنديلة (lock washer). من أهم أسباب انهيار الأسنان هو التعب نتيجة الحمولات المتناوبة عند التقاء الساق برأس البرغي، وأحيانا عند السن الأول أو الثاني الداخل في الصامولة من الوجه المقابل للقطعة المربوطة.



شكل 2-28: وسائل الاقفال ومسمار الربط و مسمار الوتد

يجب اختيار البرغي المناسب وأن يكون عمق الثقب لا يزيد عن ثلثي عمق البرغي ويفضل تزييت البراغي قبل التثبيت لتسهيل عملية التثبيت وحماية البراغي. وهنا لابد من التذكير بلوالب نقل القدرة والتي تنقل القدرة بطريقة سلسة ومتجانسة كما في لوالب القيادة والضغط ولوالب التحكم بالصمامات (شكل 2-29)، ويمكن الحصول منها على مردود عالي (90 %). إن اللولب المربع ذو مردود أعلى ولكن جزر السن المثلث أقوى ويناسب نقل الاستطاعات الكبيرة وهناك أنواع أخرى كسن أكم وسن بترس وغيرها.

شكل 2-29: لولب نقل القدرة

2-3-7- مسامير البرشمة (Rivets)

مسامير مدببة من احد الطرفين وذات رأس من الطرف الأخر تضم جزأين من الآلة أو أكثر مع بعضها، وبتأثير ضغط التركيب الذي يعرض له الطرف المدبب بعد استقراره في

مكانه يصبح الرأس مفلطحا، ولا يمكن فك الوصلات إلا بالتخريب. تستخدم لوصل المعادن قليلة القابلية للحام أو المعرضة لحمولات اهتزازية وفي بعض الإنشاءات المعدنية المصنوعة من الخلائط الخفيفة. يمكن أن تكون مسامير البرشام ذات رأس نصف مستدير أو مسطح أو نصف غاطسة أو مفرغة ذات رؤوس مسطحة أو مفرغة ذات رؤوس مسطحة ورؤوس مستديرة (شكل 2-30) وتتم البرشمة تراكبيا أو تناكبيا بصف أو صفين أو ثلاث صفوف من مسامير البرشام. تؤمن وصلات البرشمة وصلات قوية للآلات والأبراج والهياكل ويمكن أن تكون قوية وكتيمة كما في المراجل وأوعية الضغط.

يمكن استخدام اللحام (Welding) كبديل لعملية البرشمة في بعض الحالات لزيادة المقاومة بالتخلص من ثقوب البرشمة ولتخفيف الوزن الناتج عن البراشيم.

يبين شكل 2-31 أنواع وصلات اللحام (زاوي ، تناكبي مربع، تناكبي مفرد أو مزدوج بشكل V، تناكبي مفرد أو مزدوج بشكل U، تناكبي مفرد أو مزدوج بشكل J، تناكبي مفرد أو مزدوج، تناكبي مائل مفرد أو مزدوج، قائم، لحام الأحكام لمنع التسرب، اللحام التراكبي).



شكل 2-30: أنواع مسامير البرشمة

شكل 2-31: أنواع وصلات اللحام

2-3-8- النوابض (Springs)

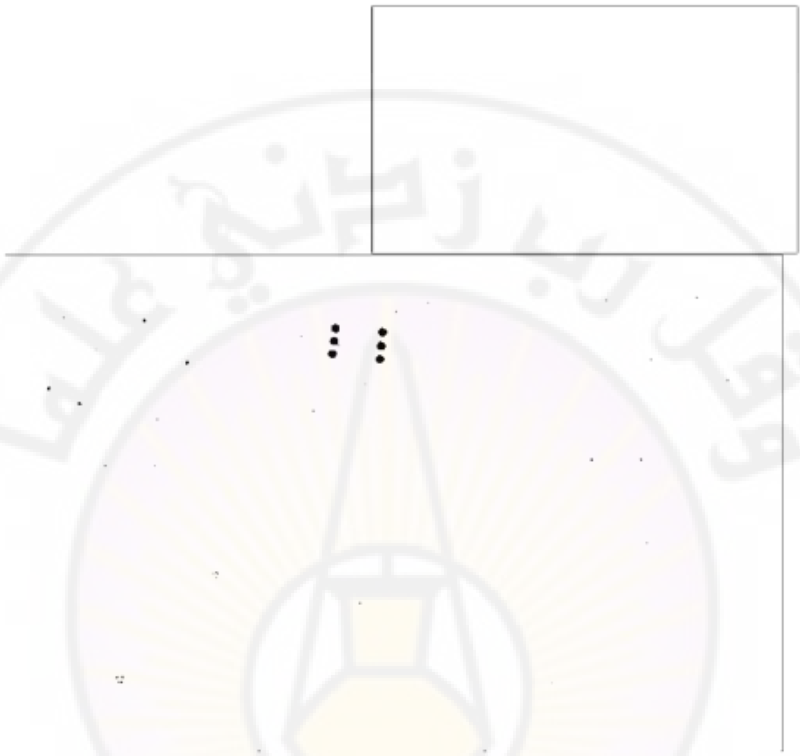
وهي أجزاء مرنة تستعمل لزيادة إحكام وربط الأجزاء بعضها ببعض كعناصر قوة توفر اجهادات معينة أو انفعالات مرنة، كما في المكابح والقوابض والصمامات. ويمكن أن تعمل على تخميد وامتصاص الطاقة أو لإنتاج الحركة ويمكن أن تكون لولبية أو اسطوانية أو مخروطية وتحمل بالشد أو الضغط أو الالتواء أو الثني. تصنع النوابض من الفولاذ الكربوني ومن خلائط الفولاذ والفولاذ المقاوم للتآكل وفولاذ كروم-فاناديوم وفولاذ كروم-سيليكون والبرونز الفسفوري والنحاس الأصفر ونحاس البريليوم وخلائط النيكل.

هناك نوع من النوابض يصنف تحت اسم قضبان الالتواء أو القضبان المرنة ونوابض الصفائح الورقية، وهناك نوابض هوائية تؤمن الرجوع بواسطة الهواء المضغوط ضمن اسطوانة بداخلها مكبس أو دافع ويتم التحكم به حسب ضغط الهواء وهناك النوابض المطاطية المصنعة من المطاط وتستخدم في حالات الضغط أو القص أو كليهما معا.

2-3-9- الكامات (Cams)

تعتبر الكامات من أهم مكونات الآلة وتتحرك أما دورانيا أو للأمام والخلف لنقل الحركة بواسطة الدحروج (التابع) ويتم تصميم سطح الكامة تبعا للحركة المطلوب انجازها وحسب تصميم التابع. تعمل الكامات على تحويل الحركة الدورانية إلى حركة ترددية ولضمان التماس والتتابع بين التابع والكامة يمكن الاعتماد على الجاذبية أو أنظمة التقييد الميكانيكية كمجرى أو قوة نابضية أو قوة هيدروليكية أو بنيوماتيكية. تتواجد الكامات في آلات الكرد التقليدية لحركة المشط الرجاج وفي آلات التمشيط (اسطوانات الفصل والوصل) وفي آلية بناء البوبينة في آلات الغزل ، ويبين الشكل 2-32 أشكال الكامات الأكثر شيوعا ذات التابع (مدبب، دحروجي، مسطح، نصف دائري) وتصنع من الفونت ذي النوعية العالية أو الفولاذ (CT20، CT25) عن طريق القولبة والطرق والسباكة والخراطة.

كمثال عن استخدام الكامات في آلات الغزل نجد تصميم الكامة الخاصة بتحريك عربة الحلق خلال بناء البكرة في آلة الغزل الحلقي، وتصميم الكامة الخاصة بتحريك السير خلال بناء البوبين في آلة البرم (شكل 2-33). أو الكامة المستخدمة في آلة لف الخيوط(شكل 2-34) أو كامة تحريك اسطوانة الفصل في آلة التمشيط، فعند دوران الكامة نحصل على الحركة الترددية عن طريق المسمار X والميكانزم الدائر حول B لتحريك الاسطوانة D (شكل 2-35).



شكل 2-32: الكامات والتوابع

شكل 2-33: الكامة الخاصة بتحريك الحلقة خلال بناء البكرة

شكل 2-34:كامة تحريك سير بناء البوبين شكل 2-35: كامة اسطوانة الفصل في آلة التمشيط

2-3-10- القوابض (Clutches)

تعتبر القوابض عناصر ميكانيكية تقوم بفصل ووصل الحركة حسب الغرض المطلوب ويمكن أن تكون احتكاكية لنقل الحركة تدريجيا أو هيدروليكية تسمح ببعض الانزلاق أثناء نقل الحركة. يمكن أن تكون قوى التعشيق احتكاكية أو كهرومغناطيسية أو بكامات وأسنان، في حال الأحمال العالية تقوم بفصل الحركة وتساعد على التوقف بشكل سريع. ويمكن أن بقيادة ميكانيكية أو بنيوماتيكية أو هيدروليكية أو كهربائية (شكل 2-36).

تتمتع **القوابض الاحتكاكية** (Friction Clutches) بقدرة على نقل القدرة عن طريق القوى الاحتكاكية المتشكلة بين سطوح تماس أقراص القابض ويمكن أن تكون الأسطح الاحتكاكية مخروطية أو قرصية أو اسطوانية. يتكون **القابض المخروطي** (Cone Clutch) من جزأين على شكل مخروط ناقص حيث يثبت الفنجان على العمود القائد والتابع على العمود المقاد ويكون التابع مبطناً بالخشب أو الجلد أو الفلين أو الاسبستوس، يستخدم القابض الاحتكاكي المخروطي في آلة البرم (شكل 2-37). يعتبر **القابض المتعدد الأقراص** (Multi Discs Clutch) تطوراً للقابض الاحتكاكي المفرد وذلك بزيادة عدد الأقراص الاحتكاكية بدل زيادة قوة النابض أو قطر القابض كما في فاتح البالات. تتكون **القوابض الايجابية** (Positive Clutches) ومنها القوابض الفكية المربعة (Square-Jaw Clutch) من جزأين الأول مثبت بخابور غاطس مثبت على العمود الأول والجزء الثاني مثبت بخابور انزلاق يمكنه من الانزلاق على المحور الثاني ليساعد على تعشيق الجزأين مع بعضهما، وتستخدم عندما يكون الفصل والوصل أثناء

الحركة غير ضروري ويمكن أن ينقل الاستطاعة بالاتجاهين. تتكون **القوابض الكهرومغناطيسية** (Electromagnetic Clutch) من المخاليط السائلة أو مساحيق ذات الجسيمات الحديدية المغناطيسية المتحركة والتي يتغير تركيبها عند تعرضها لساحة مغناطيسية.عند توصيل تيار كهربائي يتكون مجال مغناطيسي يتحول الخليط إلى كتلة هلامية يضغط بين النواة والطوق وتتغير السرعة بتغيير شدة التيار الممغنطة، تعتمد **القوابض البنيوماتيكية** (Pneumatic Clutch) على ضغط الهواء لنقل الحركة من عمود لأخر ويتم التحكم بقوة التعشيق عن طريق ضغط الهواء حيث يقوم الإطار المطاطي بين جزأي القارنة والمثبت على إحداها بالضغط على الجزء الأخر لنقل الاستطاعة. وهناك أيضا **القوابض الهيدروليكية** (Hydraulic Clutch) التي تعمل على تحويل القدرة الميكانيكية إلى قدرة حركية تحرك العمود المقاد بفعل القوة الطاردة المركزية ويتكون من الدافع المركب على العمود القائد والمرتبط بعمود المحرك والدوار الثاني المركب على العمود المقاد ويلعب دور التوربين وبدوران المحرك تعمل المضخة ويتعرض السائل لقوة طرد مركزية ليكمل حركة دائرية، وتستخدم القوابض في التحكم بنقل السير على البكرات المخروطية في آلات البرم.

كمثال عن استخدام القوابض في آلة الغزل، تنقل الحركة بين المحور القائد والمحور المقاد حيث أن للمحور المقاد طارتين احدهما تعمل والأخرى لا تعمل عن طريق فصل الحمل عن مصدر الحركة دون تعطيل المحور القائد. يستخدم قابض الطرد المركزي في تحريك الاسطوانة والمنشار بسرعة عالية حيث يعمل قابض الطرد المركزي عندما يصل المحرك للسرعة المطلوبة مؤمناً حماية وإقلاع تدريجي للمحرك أثناء بدء التشغيل.

اسطوانة يكون احد أطرافها مسننة لتتعشق مع النصف الأخر وتنقل الحركة. عند لف الخيط على البكرة يتم وصل الحركة، وعند الوصول إلى احد النهايتين يتم لف السير رافعا العربة ويتم الفصل بالنهاية للسماح للعربة بالتحرك للأسفل. تستخدم القوابض الاحتكاكية لتأخير عملية السحب في آلة الغزل الحلقي (شكل 2-39). تستخدم القوابض المسننة لنقل الحركة من الدوفر لتحريك أسطوانة التغذية على آلات الكرد، عند الوصل تتلقى اسطوانة التغذية الحركة من الدوفر من خلال المسننات المخروطية على التوالي

(1 و 2) والمسننات المخروطية (3 و 4)، تتوقف الحركة عند أبعاد القرص B عن القرص A (شكل 2-40).

شكل 2-36: أنواع القوابض



شكل 2-37: القوابض المخروطية في آلة البرم

عند بناء البكرة وقبل الوصول لنهاية الطرف يجب أن تعكس اتجاه العربة وتتحرك حسب قطر الخيط بواسطة دوران متحكم به لمسنن السقاطة (شكل 2-38) ويؤمن ذلك عن

طريق القوابض، يثبت السير الأول بالعربة والطرف الأخر بالاسطوانة والسير الثاني لإيصال الحركة بين الاسطوانة والقابض وتامين عكس الدوران عن طريق فصل ووصل

شكل 2-38: وصل وفصل الحركة لبناء البكرة

شكل 2-39: قوابض احتكاكية في آلة الغزل

شكل 2-40: القابض الميكانيكي في آلة الكرد

2-3-11- المكابح (Brakes)

تعتمد المكابح على الضغط بين أسطح الفرملة ومعامل الاحتكاك وقابلية المكبح على تبديد الحرارة الناتجة عن الطاقة الممتصة، ويجب تحديد درجات الحرارة العظمى التي تصل لها الأسطح الاحتكاكية لمنع أي تلف حيث يتم اختيار مادة البطانة تبعا لدرجة الحرارة العظمى وتستخدم في آلات الغزل مثل مكبح إيقاف المردن (شكل 2-42). وهناك أنواع متعددة مثل المكابح ذات الحذاء (Shoe Brakes) ومكابح الحذاء

الخارجي (External Shoe Brake) (شكل 2-41) وتكون النسبة بين القوتين على طرفي الكابح للسير المحيط بالكابح بزاوية θ (شكل 2-43): $T_t/T_s = e^{\mu\theta}$

فيكون العزم (M_t) المؤثر على الكابح ذي نصف القطر (r:mm):

$M_t = (T_t - T_s)\, r$ N.mm

وحسب الشكل يمكن حساب القوة اللازمة F_1 المطبقة على الذراع l لانجاز العمل:

$T_s.a = F.\, l$

$F = T_s.a\ /l$



شكل 2-41:أنواع الكوابح



شكل 2-42:مكبح المردن

شكل 2-43: مبدأ عمل المكبح

2-3-12- القارنات (Couplings)

تستعمل لنقل القدرة من عمود لأخر وقد تكون وصلات صلبة تجمع الأعمدة إلى بعضها بشدة وتكون الأعمدة القائدة والمقادة على استقامة واحدة، أو وصلات مرنة (مفصلية – Knuckle Joint) تسمح بحركة بسيطة وتكون المحاور على استقامة واحدة أو مرنة تحت زاوية معينة، وهناك الوصلات الوتدية التي تصل بين الأجزاء وتتحمل حمولات شد وانضغاط (Cotter Key). تتكون قارنة الجلبة (Sleeve Coupling) من اسطوانة مجوفة كجلبة تصل بين العمودين بواسطة خابور. ويمكن تثبيتها على العمود بالخوابير أو بالمسامير المستديرة أو بالبراغي.

شكل 2-44: قارنة الجلبة

وهناك أنواع متعددة من القارنات (شكل 2-45) مثل القارنة الصلبة المضلعة (Rigid Coupling–Ribbed) المكونة من نصفين مشدودين ببراغي وصواميل. وهناك قارنة الضغط (Compression Coupling) المكونة من مخروطين أو جلبة مخروطية

الطرفين. القارنة الجاسئة القرصية (Rigid Flange Coupling) المكونة من جزأين مثبتين بخابورين على العمودين المراد وصلهما ومن ثم تربط الجزأين بواسطة مجموعة براغي مرتبة مركزيا. القارنات المسننة (Gear Coupling) تستعمل في الصناعات الثقيلة وتتكون من جلبتين مسننتين تثبتان على طرفي العمودين وغلافين بأسنان داخلية يثبتان بواسطة براغي ويتعشقان مع الجلبتين.

قارنة اولدهام (Oldham Coupling) تصل بين عمودين متوازيين يبعدان مسافة بين بعضهما أو متقاطعين بزاوية صغيرة حيث تتكون من جزعين أو قرصين مثبتين على الأعمدة بواسطة خابورين و بهما قناتان متقاطعتان وقرص اتصال بينهما والحاوي على لسانين متعامدين. القارنة العامة (وصلة هوك Hook Joint) تنقل الحركة بين عمودين متقاطعي المحور في آلات متعددة المحاور لنقل الاستطاعة لمحاور الآلة المتعددة ويمكن أن تكون مفردة أو مزدوجة. قارنة السلسلة (Chain Coupling) تتألف من دولابين مسننين متقابلين في نهايتي العمودين حيث تستخدم سلسلة وصل مكونة من دحاريج طيعة لوصل المسننات وتوضع القارنة ضمن علبة لحمايتها. القارنة الطيعة القرصية (Flexible Flange Coupling) تتشابه مع القارنة الجاسئة القرصية مع إضافة جلب أو حلقات مطاطية مرنة حول المسامير. والقارنة الهيدروليكية (Hydraulic Coupling) المكونة من جزأين الأول الدفاعة (Impeller) مثبت على العمود القائد والثاني هو الدائر(Runner) المثبت على العمود المقاد وعند دوران الدفاعة يتدفق السائل بسبب قوة الطرد المركزي مما يسبب دوران الجزء المقاد ويمكن التحكم بالسرعة عن طريق التحكم بكمية السائل ضمن القارنة، وهناك أنواع أخرى كالقارنة ذات النجمة المطاطية أو ذات الطوق المطاطي المرن والقارنة المطاطية المعدنية.



شكل 2-45:أنواع القارنات

2-3-13- أعمدة الحركة (Shafts)

الأعمدة هي قضبان دائرية تتلقى الاستطاعة الناتجة عن القوى المماسية المؤثرة وتوزعها على بقية عناصر الآلة كالمسننات والبكرات والكامات ومسننات الجنازير. تركب الأعمدة على المحامل وتتعرض لحمولات انعطاف وشد وضغط والتواء بشكل مفرد أو بشكل مشترك لكل منها. تصنع الأعمدة عادة من الفولاذ مع عناصر مثل الفاناديوم أو النيكل لتامين المتانة وخفة الوزن والمطيلية وصغر الحجم وتصنع بالدرفلة على الساخن أو الحدادة ومن ثم الخراطة والجلخ حيث تصمم على المتانة (الالتواء والانحناء والالتواء المصحوب بانحناء والالتواء المصحوب بشد أو ضغط محوري) أو المتانة والجساءة (الالتوائية والجانبية). وتصنف أعمدة الإدارة حسب الوظيفة فيمكن أن تكون أعمدة خاصة بالآلة حيث تكون رئيسية ومحركة كأعمدة المحركات والتوربينات وأعمدة الآلات، أو يمكن أن تكون أعمدة لنقل الاستطاعة كأعمدة المناولة الرئيسية أو الوسيطة وأعمدة الإدارة الجماعية (شكل 2-46). إن محاور نقل الحركة هي عناصر دورانية ومعظمها

ذات مقطع دائري وتكون ذات أشكال متعددة ومنها ما هو مصمت أو مجوف، يتم وضع المحاور على مساند لتعمل بشكل منتظم وهادئ وتثبت على المحاور عناصر نقل حركة كالمسننات والبكرات ومسننات الجنازير لنقل الحركة بين الأجزاء الدوارة في الآلة.

شكل 2-46:الأعمدة

ترتكز الأعمدة على المحامل (الرولمانات) وتتعرض لحمولات انعطاف وشد وانضغاط والتواء تحت تأثير حمولات مشتركة أو مفردة وقد يكون معرضاً للاجهادات الساكنة والمتكررة في أن واحد. فالأعمدة تختلف عن المحاور كونها لا تساعد على دوران الأجزاء الدوارة فحسب بل تنقل عزوم الالتواء على طوله كله أو بأجزاء منه أما المحاور فتقوم بدعم الأجزاء الدوارة وتكون أما ثابتة أو دوارة وبالتالي تعمل على إجهاد الانحناء فقط. تصنع محاور نقل الحركة من المواد المرنة مثل حديد الزهر أو الفولاذ الطري أو الفولاذ الكربوني أو الفولاذ السبائكي مثل سبائك الفولاذ والكروم أو الكروم والنيكل أو الكروم والفاناديوم، ويجب أن تكون المواد التي تصنع منها المحاور عالية القوة لتحمل القدرة المنقولة ومقاومة للعوامل الجوية وقابلة للمعالجة الحرارية للتقسية السطحية.

من أمثلة استخدام الأعمدة في آلة الغزل أسطوانات السحب والتي تكون مختلفة الأسطح للتمكن من سحب الألياف المتجمعة وأيضاً لنقل الحركة لأسطوانات السحب الأخرى، والمردن الذي يعتبر محور دوران قصيراً وغيرها.

2-3-14- المحامل (Bearings)

تدعم المحامل الأجزاء الدوارة في الآلات لتخفيض مقاومة الاحتكاك وتقليل ضياع القدرة خلال نقل الحركة (شكل 2-47) وللمحامل أرقام معينة ورموز تبعا لنوع المحمل ومواصفاته تؤخذ من جداول التصميم أو من جداول الشركات المصنعة. تصنع المحامل من مواد تتحمل الأحمال العالية والتعب وان تكون موصليتها الحرارية عالية لتبديد الحرارة بسرعة وان يكون معامل احتكاكها منخفضاً وذات تكلفة منخفضة ومقاومة جيدة للتآكل وان لا تلتحم بالعمدة والمحاور وقليلة التأثر بالزيوت واقل قابلية للتاكسد وملائمة للعمل. يتم اختيار المحامل تبعا للحمولة وللسرعة العظمى، فعلى سبيل المثال أن اتجاه الحمل المطبق على محامل المردن في آلات الزوي الحلقي هو حمل محوري وقد يكون قطرياً عمودياً على المحمل في اسطوانات السحب. تصنع المحامل من حديد الصب والبرونز وخليطة البابيت وخلائط الألمنيوم والنحاس والمطاط والمواد المركبة لبعض التطبيقات، ويتم اختيار المواد بحيث تحقق القساوة اللازمة وللعمل حتى 120 درجة مئوية. تصنع الحلقات الداخلية والخارجية من خلائط الفولاذ مثل (Cr–Ni, Mn–Cr, and Cr–Mo). **في المحامل الاحتكاكية (انزلاقية)**، يتم حمل المحور الدوار ويبقى على اتصال مباشر مستمر مع سطح الرولمان الثابت وهي بحاجة لتزييت سطوح التلامس بزيت منخفض اللزوجة وتصنع هذه الرولمانات من الفونت والبرونز والسبائك المعدنية الطرية وغيرها ويمكن أن تكون المحامل الاحتكاكية بسطوح كاملة أو سطوح جزئية حيث يرتكز جزء حامل للجزء الدوار ويجب تشحيمها وتزييتها بشكل جيد ومنها ما يحوي مجرى خاص بالتزييت. و تتكون **المحامل غير الاحتكاكية (الدحروجية)** من جلبتين يتم الفصل بينهما بصف أو أكثر من الكرات المعدنية أو الاسطوانات المعدنية الرفيعة أو الغليظة بإضافة شبك يفصلها عن بعضه وتشحم يملئها بالشحم حول الكرات أو الاسطوانات قبل التركيب. يستند المحور إلى الجلبة الداخلية ويدور معها على الكرات التي تدور بدورها على الجلبة الخارجية مما يقلل الاحتكاك للحدود الدنيا أو يمنعه. يمكن أن تكون محامل كرات للأحمال الصغيرة والمتوسطة أو محامل اسطوانات أو ابر للأحمال الكبيرة وتحتاج طاقة اقل من المحامل الاحتكاكية ولكنها تصدر ضوضاء أكثر وخصوصا قبل الانهيار.

تستخدم **المحامل المتمركزة ذاتيا** (Self-Aligning Ball Bearings) في اسطوانات السحب العليا وفي المحور الرئيسي لآلة الغزل الحلقي وخاصة الأعمدة متعددة الركائز لآلات الغزل والبرم واجهة السحب. تستخدم محامل الدحروجية في محاور المضارب والمكثفات والقضبان والمراوح في آلات الفتح والتنظيف ودولاب الرصاص العلوي والسفلي في آلة الكرد واسطوانات النصبة في آلة البرم ومحاور المسننات وبكرات الشد لأشرطة المغازل في آلات الغزل الحلقي وتركب المغازل على ومحامل دحروجية.

تركب محاور الروتور في آلات الغزل التوربيني على محامل دحروجية تتحمل سرع حتى 60000 دورة بالدقيقة مما يؤثر على فترة الخدمة للمحامل. وقد شاع استخدام المحامل المغناطيسية والمحامل ذات بالوسادة الهوائية والمحامل الزيتية في تشغيل الروتور و استخدام (In-Direct Bearings Drives) لإدارة المحاور أو الروتور بسير مماسي ومساند في مضاجع تشكل أربع أقراص دعم تلعب دور دحاريج وتخفض الاهتزازات بوضع سوار من الألياف الصناعية حول الأقراص وسنتناولها في التفصيل عند دراسة الغزل التوربيني (شكل 2-48). وفي حال الحمولات العالية، تستخدم المحامل **ذاتية التوازي** (Self-Aligning Roller Bearings) كمحور الاسطوانة والمنشار والدوفر واسطوانات التخليص واسطوانات الكالندر.

تستخدم **المحامل الأبرية** (Needle plain bearing) (شكل 2-49) في الأعمدة المتأرجحة لأعمدة الاسطوانات السفلية الخاصة بالسحب لآلة السحب والتمشيط والبرم والغزل الحلقي بالعلاقة بين الاسطوانات والبكرة الداخلية. في آلة التمشيط نجدها في اسطوانات شد الشاشة ومحور المشط الدائري ومحور الفكوك وتوجد في الركائز العلوية لمردن آلات الغزل، يبين الشكل 2-50 أمثلة عن الرولمانات المستخدمة في آلات الغزل.

شكل 2-47:المحامل التقليدية

شكل 2-48: محامل محور الروتور

شكل 2-49:المحامل الأبرية

شكل 2-50: محامل آلات الغزل

2-3-15- عناصر نقل الطاقة الهيدروليكية (Hydraulic Power Elements)

تستعمل عناصر نقل الطاقة الهيدروليكية في الأنظمة الهيدروليكية والنيوماتيكية لتوليد قدرات عالية لقوى سحب ودفع ودوران وتحكم (شكل 2-51). وتوجد في آلات الغزل كآلية تخليع للمواسير الاتوماتيكية والية الضغط الهوائية لأجهزة السحب وتوصيلات نظم الشفط والتنظيف ونظم التحكم الهوائي الخاصة بالة الغزل التوربيني وآلة التمشيط.



شكل 2-51:عناصر نقل الطاقة الهيدروليكية

2-3-16- الأجزاء والمعدات المساعدة (Parts and Auxiliary Equipment)

هناك العديد من الأجزاء والمعدات المساعدة المستخدمة في آلات الغزل مثل الأنابيب والخراطيم المخصصة لتوصيل الماء والوقود والزيت أو أسلاك التوصيل الكهربائية، وهناك معدات تثبيت ومفاتيح على شكل قطع معدنية تستخدم لتثبيت أجزاء الآلات في مواضع معينة أو تحديد حركة أجزاء منها أو توحيد حركة قطعتين أو أكثر. وهناك العجلات المطاطية والجنازير التي تعتمد الآلة عليها باستنادها أثناء حركتها، وهناك هياكل الآلات وهي قضبان وزوايا مثبتة مع بعضها البعض لتشكل قاعدة استناد وارتكاز ودعم لأجزاء الآلة وتثبت أجزاء مرنة عليها لتقليل الاحتكاك بين المحاور ومراكز استنادها. لانجاز عمليات الصيانة والإصلاح الميكانيكية لابد من وجود معدات وأدوات ويجب التذكير بها وهي:

- أدوات القياس: المسطرة الفولاذية والفرجار الداخلي والزاوية القائمة ومسطرة الزاوية وأدوات التخطيط والبياكوليس او الورنية.
- أدوات النشر و القطع: المنشار اليدوي ومنشار التخريم ومنشار الصينية ومقص المعادن وقطاعة الأسلاك ومقص الصاج المعدني.
- أدوات البرد و التسوية: المبرد اليدوي وله أنواع متعددة مثل المبرد المبسط, المربع, المثلث, نصف الدائري, السكيني, الدائري.
- أدوات الثقب: المثاقب الكهربائية الثابتة والمحمولة وريش الثقب المتنوعة.
- أدوات الربط و التثبيت: منها ماهو دائم ومنها ما هو قابل للفك كما ذكر سابقا.
- أدوات الفك و التركيب: المفكات كمفتاح الشق, المفتاح الحلقي, المفتاح المركب.
- أدوات الدهان و الطلاء: دهان التأسيس ودهان حماية الأساس والدهان النهائي ويمكن أن يكون يدوي أو كهروكيميائي (الجلفنة). يتآكل سطح المعادن الموجودة في حالة تفاعل كيميائي أو كهروكيميائي مع الوسط الخارجي، ينشأ الصدأ نتيجة تفاعل المعدن مع الغازات الجافة و السوائل أو نتيجة ظهور تيار كهربائي بسبب تفاعل المعدن مع الماء أو الجو الرطب. تتم حماية المعادن بإضافة عناصر سبيكية (الكروم أو النيكل)

للخليطة أو بالأغلفة الأكسيدية (الصودا الكاوية) أو بالطلاء بالمعادن (الجلفنة بمحلول متأين أو التغطية الانتشارية بالألمنيوم أو الكروم أو السيلكون او التغطية بنثر المعدن المصهور بواسطة ضغط الهواء على سطح المعدن المراد وقايته) أو باستخدام طلاء لاعضوي لا معدني (خزف) أو طلاء عضوي (بوليميرات) أو عن طريق الحماية الكاثودية . الطرق السابقة تحمي المعدن بعزله عن الوسط الخارجي بطبقة لا تسمح لايونات المعدن بالتفاعل معه. في الطلاء المعدني (الغلفنة)، يوضع المعدن المراد طلاؤه في محلول الكترودي يحوي احد املاح معدن الطلاء ويمرر التيار للمعدن الاصلي لتتحد الالكترونات مع ايونات معدن الطلاء. اما الحماية الكاثودية المطبقة على بعض اجزاء الة الغزل كالاسطوانات والحلقات والدبل تتم عن طريق تزويد المعدن بالالكترونات لدرجة لا تسمح لذرات المعدن للتحول لايونات موجبة والذوبان في الوسط المحيط، مثل احاطة الحديد الصلب بالماغنزيوم الذي يفقد ايونات موجبة للوسط المحيط للحفاظ على المعدن أو توفير مصدر كهربائي أو معدن متصل كهربائيا مع المعدن المراد حمايته.

2-4- تصميم وتصنيع عناصر الآلات بواسطة الحاسب (CAD-CAM)

دخل استخدام الحاسب في تصميم وتصنيع القطع الميكانيكية والهندسية وذلك عن طريق التحكم بالات التصنيع ووضع برامج تُرسل بواسطة الشبكة لآلات تشغيل ذات تحكم رقمي كالمخارط والمثاقب والفارزات (CNC)، كمحطات تشغيل ضمن خطوط الإنتاج المرنة التي تؤمن قطعاً ذات جودة عالية وتكاليف مقبولة وزمن تصنيع قياسي. يلعب التحكم الرقمي بالات التشغيل دوراً كبيراً بالاعتماد على مجموعة رموز وأرقام لتنفيذ أوامر وعمليات التشغيل.

تم تطوير أنظمة التصنيع بواسطة الحاسب خلال تسعينيات القرن الماضي وتطورت أنظمة التصنيع المرنة لتضع فلسفة جديدة في صناعة الغزل والنسيج في البلدان المتطورة أو في طريقها إلى التطور، والانتقال من مرحلة تطبيقات الحاسب في صناعة الغزل

والنسيج في عمليات الانتاج إلى مرحلة التصنيع بواسطة الحاسب في الصناعات النسيجية، تقوم البرمجيات وآلات التشغيل الحديثة بالربط بين التصميم والتصنيع ويراعى توفر كفاءة وفعالية الوسائل المتبعة لتحقيق الهدف المنشود. يؤمن التصميم والتصنيع بواسطة الحاسب الجودة المطلوبة ويخفض فاقد الزمن ويوفر مرونة بالتعامل ويعمل على زيادة الإنتاجية وتقليل التكاليف الكلية اللازمة للإنتاج (شكل 2-52)، ولقد تحقق تكامل بالفعل بين التصميم والإنتاج بفضل الاستخدام لتكنولوجيا الحاسبات فيما يسمى بنظم تكامل التصميم والتصنيع بمعاونة الحاسب CAD/ CAM.

شكل 2-52: التصميم والتصنيع بواسطة الحاسب

يعتبر التصميم والتصنيع بواسطة الحاسب أداة مفيدة جدا في تصميم وتطوير آلات الغزل و النسيج كما في تصميم الكامات بدقة لتخفيض الأخطاء ورفع الجودة، مثل كامة تحريك عربة آلة الغزل الحلقي وفي تصنيع أمشاط آلة التمشيط وغيرها من القطع الدقيقة. آلات الغزل ذات تركيب وميكانزمات دقيقة وعلى أجزائها أن تنجز العمل بدقة عالية ولابد من مراعاة عدة عوامل عند تصميم آلات الغزل وهي جودة الإنتاج والعامل الاقتصادي والطاقة اللازمة للتشغيل وتوفر المواد الهندسية اللازمة للتصنيع بتكلفة مقبولة وجودة عالية وعمر مديد وسهولة تنفيذ فكرة التصميم وجدوى تطبيقها ومردود الآلة وكلفة تشغيلها وسهولة الصيانة والفك والتركيب للقطع في التصميم المبتكر أي سهولة الوصول إلى الأعطال أو تبديل القطع، ومراعاة أن لآلات الغزل ظروف تشغيل خاصة من حيث

الرطوبة والغبار الكثيف الناتج عن تنظيف المادة الخام. أصبح كل هذا بالإمكان تحقيقه بأنظمة التصميم والتصنيع بواسطة الحاسب والتي تؤمن اختبار للقطع المصممة قبل البدء بمرحلة التشغيل لاكتشاف نقاط الضعف وتلافيها.

Damascus University

الفصل الثالث

3- أساسيات ومعادلات الحركة في آلات الغزل
Principles and Kinematics in Spinning Machines

3-1- مقدمة (Introduction)

سيتم في هذا الفصل دراسة الخواص الهندسية لحركة الجسم دون الأخذ بعين الاعتبار قصوره الذاتي والقوى المؤثرة به والتي سيتم بحثها في الفصل الرابع. تدرس حركة الجسم بتبسيطه حيث ينظر له كأنه نقطة مادية وذو صلابة مطلقة حيث تساوي كتلة النقطة كتلة الجسم المدروس ويعتبر الجسم مطلقاً لأنه لا يغير شكله الهندسي ويكون البعد بين أي نقطتين منه ثابتاً، و يقصد بالحركة الميكانيكية التغير الذي يحدث بمرور الزمن لمواضع الأجسام المادية في الفراغ بالنسبة إلى بعضها البعض. بنيت قوانين الميكانيك على التجارب والملاحظات، فالحركة غير منفصلة عن المادة وتعتبر من أهم الخواص المعبرة عن وجود المادة.

تقسم الحركات في آلات الغزل بشكل عام إلى حركات ترددية وحركات دورانية، يتحرك الجزء في الحركة الترددية في اتجاهين متعاكسين بشكل مستقيم أو زاوي (قوس دائرة) ويمكن أن تقسم الحركة إلى حركة فعالة وحركة غير فعالة، أما في الحركة الدورانية فيتحرك الجزء بشكل دوراني حول محور في حركة مستمرة ومحددة الاتجاه ويمكن تحويل الحركة إلى حركة ترددية عن طريق أعمدة الكرنك أو الكامات، يتم نقل الحركة الدورانية بالسيور والحبال والشرائط والجنازير والمسننات.

3-2- التمثيل التخطيطي لمعادلات الحركة النسبية
(Schematic Diagram of the Relative Motion Equations)

يعرف مسار النقطة بأنه المحل الهندسي لأوضاعها بمرور الزمن ويمكن أن يكون مستقيماً أو منحنياً، وتتبع طريقة الحركة النسبية لإيجاد السرعة والتسارع بالطريقة الشعاعية. تسمح هذه الطريقة بتحليل ودراسة حركة الكثير من الآليات المعقدة في آلات

الغزل بشكل سريع وسهل وبدقة مقبولة، يتم تعيين حركة نقاط التركيبة في أوضاع محددة للوصلات حيث يكفي رسم المخطط الحركي للوصلات في التركيبة المدروسة لتعيين مسارات الإزاحة لمختلف النقاط بيانيا، ومن ثم يتم رسم مخططات السرعة والتسارع للتركيبة بكل وضع على حدة.

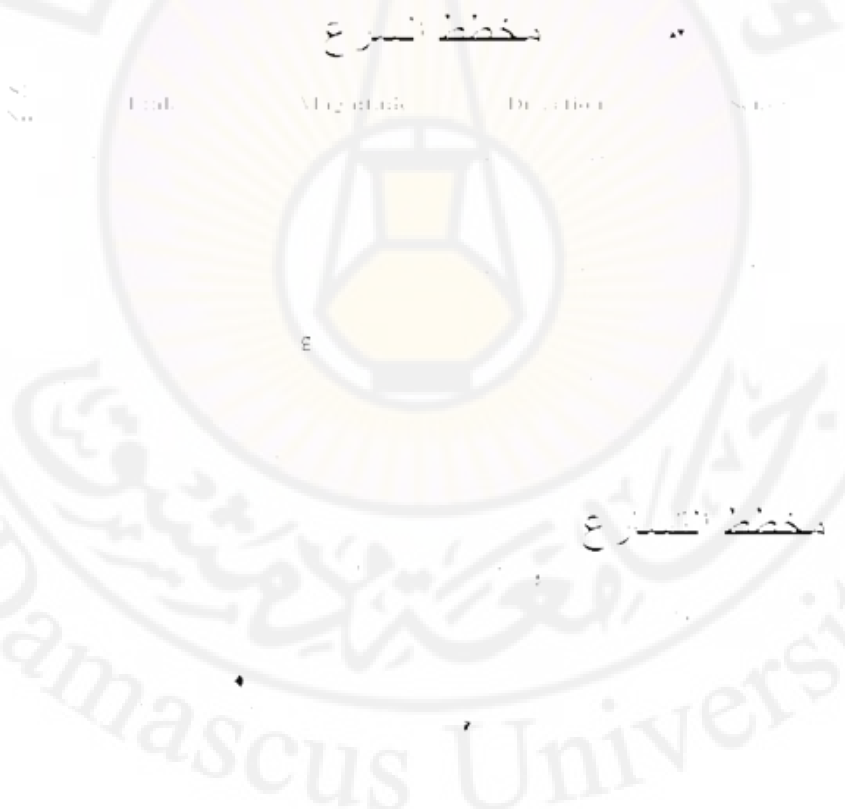
عند تحرك نقطتين على مسارين مطلقين مختلفين بالنسبة إلى مستوى الإسناد بسرعتين مختلفتين يمكن تعيين السرعة النسبية بينهما (شكل 3-1). تدرس الحركة النسبية بين نقطتين على وصلة لتعيين حركة نقاط هذه الوصلة، عندما يتحرك الجزء (1) لا تتغير السرعة النسبية بين النقطة O والنقطة A، أما السرعة بين A و B فهي نسبية لان كلا النقطتين بحالة حركة. يتم رسم مخطط السرعة باعتبار أن منحى السرعة النسبية بين أي نقطتين على وصلة صلبة تتحرك بسرعة زاوية مطلقة في لحظة معينة هو عمودي على الخط الواصل بينهما وقيمتها تساوي جداء السرعة الزاوية بالمسافة بين النقطتين، ويحدد تجاهها بما يتفق مع اتجاه السرعة الزاوية لهذه الوصلة. تمثل السرعة النسبية في مخطط السرعة بالشعاع المنطلق من النقطة الثانية باتجاه النقطة الأولى، تمثل السرع المطلقة بالشعاع المنطلق من القطب للنقطة الموافقة لها على المخطط.

تكون السرعة المطلقة لنقطة (V_b) هي حاصل الجمع الشعاعي للسرعة المطلقة لنقطة أخرى (V_a) والسرعة النسبية بين هاتين النقطتين (V_{ab}). إذا كانت السرعة الزاوية معدومة على الوصلة فان السرعة النسبية بين أي نقطتين على الوصلة هي معدومة وتكون كل نقاطها تتحرك حركة مطلقة وسرعة كل نقاطها متساوية. يتم الانطلاق من الوصلة ذات الحركة المعلومة (A) ومع اعتبار حركة الوصلات مقيدة، أن السرعة المطلقة للنقطة التي تربط بين وصلتين أو أكثر هي نفسها فيما لو عدت النقطة على أي من الوصلات. بالنسبة لمخطط التسارع (شكل 3-2) فان السرعة النسبية المتغيرة بالقيمة والاتجاه بين نقطتين لأي وصلة تتحرك تبعا لسرعتها الزاوية المتغيرة القيمة والاتجاه بحيث تبقى مماسية للمسار أي عمودية على الخط الواصل بين النقطتين. ومن هنا فان للتسارع النسبي مركبتين بين كل نقطتين من الوصلة والذي يساوي المجموع الشعاعي لمركبتين هما **المركبة الناظمية** الناشئة من تغير اتجاه السرعة النسبية والمتجهة نحو مركز المسار الدائري للحركة النسبية ($r.\omega^2$)، أما **المركبة المماسية** فتنشأ من تغير قيمة

السرعة النسبية ويكون منحاها مماسيا للمسار الدائري وعمودياً على الخط الواصل بين النقطتين اللتين تبعدان عن بعضهما مسافة (r) واتجاهها يوافق اتجاه التسارع الزاوي للوصلة (ε). إن المركبة الناظمية للتسارع النسبي بين نقطتين على كل وصلة معلومة قيمة واتجاها لان السرعة الزاوية للوصلة تعين من مخطط السرعة حيث تحسب قيمة هذه المركبة بدلالة البعد بين النقطتين ويكون اتجاهها باتجاه مركز الدوران النسبي. أما المركبة المماسية فان منحاها عمودي على المركبة الناظمية وقيمتها غير معلومة وتعين بواسطة تحليل حركة وصلة أخرى أو بمعرفة منحى التسارع المطلق للنقطة، وبالتالي يعين التسارع الزاوي للوصلة استنادا إلى قيمة المركبة المناسبة.



شكل 3-1: تحرك نقطتين على مسارين مطلقين مختلفين



شكل 3-2:مخطط التسارع

3-3- الحركات البسيطة (Simple Motions)

يمكن أن يتحرك الجسم على خط مستقيم أو بزاوية على خط منحني نصف قطره (r) أو لولبيا أو جيبيا (شكل 3-3).



شكل 3-3: حركة ميكانزمات دليل الخيط

3-3-1- الحركة المستقيمة (Rectilinear Motion)

يكون مسار النقطة المتحركة في الحركة المستقيمة هو خط مستقيم وتكون معادلة الحركة المستقيمة لنقطة مادية إحداثيتها (x) معروفة من اجل قيمة زمنية(t):

$$x = f(t) \qquad (1\text{-}3)$$

تعرف السرعة بالمسافة التي يقطعها الجسم في وحدة الزمن وبالتالي فسرعة نقطة مادية في لحظة معينة تساوي المشتق الأول للمسافة (dx) التي قطعتها النقطة بالنسبة للزمن(dt) وبتغير السرعة تكون الحركة متسارعة أو متباطئة بانتظام.

$$V = \frac{dx}{dt}\boldsymbol{i} \quad [m/s] \qquad (2\text{-}3)$$

وتمثل السرعة بشعاع منطبق على مستقيم الحركة وباتجاه الحركة. يعرف التسارع بأنه التغير في السرعة بوحدة الزمن:

$$A = \frac{V_2 - V_1}{t} = \frac{x_2 - x_1}{t^2} \quad [m/s^2] \qquad (3\text{-}3)$$

ينطبق التسارع الكلي (حيث أن التسارع الناظمي معدوم) على المسار المستقيم ويعطى التسارع اللحظي عن مشتق السرعة بالنسبة للزمن بالعلاقة:

$$\vec{A} = \frac{d^2x}{dt^2}\,\vec{\imath} \quad [m/s^2] \qquad (4\text{-}3)$$

$$A = \frac{dv}{dt} = \frac{dx}{dt} \times \frac{dv}{dx} = v \times \frac{dv}{dx} \quad [m/s^2] \qquad (5\text{-}3)$$

في الحركة المستقيمة المنتظمة تكون سرعة النقطة المتحركة ثابتة $(x = V.t)$ و بالتالي يكون تسارعها معدوماً. يمكن أن تكون الحركة المستقيمة منتظمة (تسارعها معدوم) أو متغيرة بانتظام (متسارعة أو متباطئة) أو ذات تسارع ثابت، تعطى معادلات الحركة الخطية بالمعادلات:

$$x - x_0 = \mathrm{ut} \pm \frac{1}{2} A\mathrm{t}^2$$

$$\mathrm{V} = \mathrm{u} \pm A\mathrm{t}$$

بالتكامل:

$$X = \mathrm{ut} \pm \frac{A\mathrm{t}^2}{2}$$

وبحذف الزمن:

$$\mathrm{V}^2 = \mathrm{u}^2 + 2A\mathrm{x}$$

حيث أن V هو السرعة الخطية النهائية، u هو السرعة الأولية، و A هو تسارع أو تأخر بسبب الجاذبية و X هي المسافة التي تحركها الجسم على المنحني. (في القانون تؤخذ الإشارة الموجبة للحركة المتسارعة وتؤخذ الإشارة السالبة للحركة المتباطئة)

3-3-2- الحركة الدائرية (Rotational Motion)

تعرف الحركة الدائرية بأنها حركة منحنية يكون مسار النقطة المتحركة دائرة و تعرف المسافة المقطوعة (s=R. θ) التي تمثل النقطة المتحركة على دائرة نصف قطرها (R) بزاوية دوران (θ). تكون زاوية الدوران (θ) متحولة مع الزمن (t):

$$\theta = f(t) \qquad (6\text{-}3)$$

تكون الحركة دائرية منتظمة إذا كانت سرعتها الزاوية ثابتة، تعرف السرعة الزاوية (ω) بأنها المشتق الأول للمسافة الزاوية (dθ) التي قطعتها النقطة بالنسبة للزمن (dt) أي الزاوية المقطوعة في واحدة الزمن:

$$\omega = \frac{d\theta}{dt} \quad [rad/s]$$

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2} \quad [rad/s^2]$$

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \omega.\frac{d\omega}{dt} \quad [rad/s^2]$$

حيث تعطى السرعة الخطية بالعلاقة: $v = R.\omega = R.\left(\frac{d\theta}{dt}\right)$

يكون التسارع المماسي: $A_t = R.\left(\frac{d\omega}{dt}\right) = R.\varepsilon$

ويكون التسارع الناظمي: $A_n = R.\omega^2$

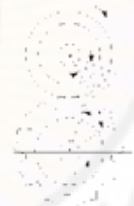
ويعطى التسارع الكلي كمجموع للمركبتين: $A = R.\varepsilon + R.\omega^2$

وتكون قيمة التسارع العددية: $|A| = R\sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4}$

لحساب القوس (s) التابع للزمن: $R\,(\theta - \theta_0) = s - s_0 = R.\omega.t$

$s = s_0 + R.\omega.t$

ونذكر هنا بالحركة الدائرية التقطعية (شكل 3-4) كما في ميكانزم جنيفا أو دولاب جنيف على شكل دائرة ميكانيكية آلية تقوم بنقل الحركة الدائرية المستمرة إلي حركة دورانية متقطعة. يستخدم فيها عجلة مثبت به مسمار غليظ يتحرك داخل تجويف بترس أخر علي شكل رباعي او سداسي حسب نوعه، يمكن تحقيق الحركة الدائرية المتقطعة بعناصر أخرى مثل الكامات والمسننات.



شكل 3-4: ميكانزمات الحركة الدائرية التقطعية

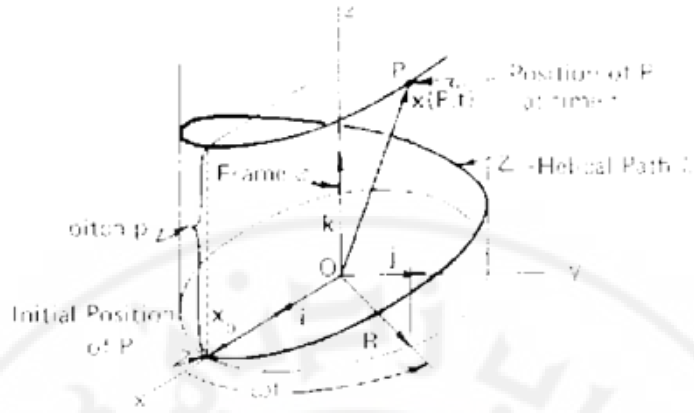
بدراسة احد التطبيقات للحركة الدورانية التوقفية في آلة التمشيط (شكل 3-5) الحركة هي لتامين تغذية بطول معين من القطن المارة بين اسطوانتين خلال زمن ثابت خلال دورة

عمل الآلة من خلال المسنن G والمسنن F. يثبت الدولاب النجمي E على نفس العمود المثبت عليه F والذي يتعشق مع المسمار D المثبت على القرص، يدور القرص C بشكل مستمر ولكن الدولاب النجمي E يدور حوالي خمس الدورة على الجزء الدائر C عندما يتعشق المسمار D بالأخدود في E، يبقى الدولاب النجمي متوقفاً عن العمل خلال بقية دوران القرص C.

شكل 3-5: الحركة الدورانية التوقفية في آلة التمشيط

3-3-3- الحركة اللولبية (Screw Motion)

لدراسة الحركة اللولبية (شكل 3-6) نعتبر جملة إحداثيات ثلاثية متعامدة (XYZ) قائمة ومباشرة بحيث يكون المستوي الأفقي للقاعدة والمحور العمودي منطبق على محور الاسطوانة ذات القطر (R).



شكل 3-6: الحركة اللولبية

إن حركة النقطة هي محصلة الحركة الدائرية على المستوي الأفقي بمسقطين على محيط دائرة القاعدة $(\omega t = \theta(t))$، وتعطى المساقط بالعلاقة:

$$x(t) = R \cos \omega t$$

$$y(t) = R \sin \omega t$$

يمكن في المستوي الأفقي اعتبار: $x^2 + y^2 = R^2$

وحركة مستقيمة على المحور الشاقولي: $z(t) = At$

فتكون محصلة الحركة: $X = x(t)\,\mathbf{i} + y(t)\,\mathbf{j} + z(t)\,\mathbf{k}$

$$X(P, t) = R[\cos \omega t\,\mathbf{i} + \sin \omega t\,\mathbf{j}] + At\mathbf{k}$$

الخطوة: $p = z(t) = At = 2\pi A/\omega$ حيث $\omega t = 2\pi$

ω, A, R عبارة عن ثوابت و (**i** ,**j**, **k**) وحدات اتجاهية تشير إلى نفس اتجاهات محاور الإحداثيات الديكارتية.

تعطى السرعة بالعلاقات: $\mathbf{v}(P, t) = \dfrac{d\mathbf{X}(P, t)}{dt}$

$$\mathbf{v}(P, t) = \mathbf{x}'(t)\,\mathbf{i} + \mathbf{y}'(t)\,\mathbf{j} + \mathbf{z}'(t)\,\mathbf{k}$$

$$v = \frac{ds(t)}{dt}$$

$$\mathbf{v} = \boldsymbol{\omega}.R\,.[-\sin \boldsymbol{\omega} t\,\mathbf{i} + \cos \boldsymbol{\omega} t\,\mathbf{j}] + A.\mathbf{k}$$

ويكون التسارع:

$$A(P,t) = \frac{dv(P,t)}{dt} = \frac{d^2X(P,t)}{dt^2}$$

$$A\ (P,\ t) = x''\ (t)\ \mathbf{i} + y''(t)\ \mathbf{j} + z''(t)\ \mathbf{k}$$

$$\mathbf{A} = -\omega^2 R\ [\cos\ \omega t\mathbf{i} + \sin\ \omega t\mathbf{j}]\ 3$$

عندما تكون الحركة اللولبية منتظمة تكون السرعة الزاوية ثابتة وتكون الحركة على محور اللولب هي حركة مستقيمة منتظمة والحركة على دائرة القاعدة حركة دائرية منتظمة ويكون التسارع ناظمياً متجهاً على الناظم الرئيسي للولب وقيمته ثابتة $(R.\omega^2)$.

3-3-4- الحركة الدورية (الجيبية) (Periodic Motion)

إن القيمة العددية للسرعة والقيمة العددية للتسارع المماسي في الحركات الدورية هما مقداران دوريان دورهما (T)، والذي يساوي دور قانون المسافة. وبالتالي لدراسة خصائص الحركة الدورية يكفي دراسة المسافة والسرعة والتسارع المماسي في مجال زمني (T-0). تحتاج الحركة الترددية زمناً للقيام بدورة واحدة والذي يعبر عنه بالدورة وعدد الدورات في الثانية هو تردد الحركة الدورية (Hertz). في الحركة الدورية البسيطة تعطى إزاحة الجسم والسرعة والتسارع كالتالي:



حيث: A ، ϕ, ω ثوابت

لدراسة العلاقة بين الحركة الدائرية المنتظمة والحركة الدورية لنقطة تتحرك بسرعة زاوية (ω)، تعتبر الحركة الاهتزازية عبارة عن مسقط نقطة على محور حيث أن النقطة تتحرك على محيط الدائرة حركة منتظمة (شكل 3-7).

شكل 3-7: الحركة الاهتزازية

يعطى الزمن اللازم لدورة كاملة: $T = 2\pi/\omega$

لنقطة متحركة D يكون بعد مسقطها عن المركز (OE) أو y ويعطى بالعلاقة:

$y = r \sin\theta$

إذا كانت السرعة الزاوية ω فتعطى الزاوية θ الممسوحة خلال زمن t هي:

$\theta = \omega t$

تصبح العلاقة التي تعطي المسافة y: $y = r \sin \omega t$

وتكون سرعة النقطة E على BOC: $v = r\omega \cos \theta$

يعطى التسارع (A) بالعلاقة: $A = -\omega^2 r \sin \omega t$

نعلم أن: $\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1$

فتكون السرعة: $v = r\omega\sqrt{(1 - \sin^2\theta)}$

وبما أن: $y = r \sin \theta$

يصبح:

$$v = r\omega\sqrt{(1 - \frac{y^2}{r^2})}$$

$$v = \omega\sqrt{(r^2 - y^2)}$$

السرعة العظمى للحركة تعطى عندما تكون (y) معدومة

$v_{max} = \omega r$

3-4- الحركة الإنسحابية والدورانية لجسم صلب

(Translation and Rotational Motion of a Rigid Body)

في الحركة الانسحابية (الانتقالية) يتحرك الجسم بنفس الاتجاه وتتحرك جميع نقاطه بمسارات متوازية. إذا كانت المسارات خطوطاً مستقيمة يقال عن الحركة انسحابية مستقيمة. يمكن أن يتحرك الجسم حركة انسحابية منحنية، في الحركة الانسحابية يكون لجميع نقاط الجسم نفس السرعة والتسارع. عندما تكون المسارات منحنية (الحركة انسحابية منحنية)، يكون اتجاه وقيمة شعاعي السرعة والتسارع متغيرين بكل لحظة. بالتالي عند دراسة الحركة الانسحابية لجسم ما ندرس حركة نقطة مادية تعود إلى ذلك الجسم وتدعى السرعة المشتركة بسرعة الانسحاب والتسارع المشترك بتسارع الانسحاب.

ينتقل الجسم الصلب بشكل موازي لنفسه بالحركة الانسحابية, أي أن الخط الواصل بين أي نقطتين من نقاط الجسم يبقى خلال الحركة موازياً لنفسه, وبالتالي يكون لجميع نقاط الجسم السرعة نفسها والتسارع نفسه في اللحظة نفسها. أما في الحركة الدورانية فتتحرك فيها جميع نقاط الجسم على محيطات دوائر تقع مراكزها جميعاً على خط مستقيم واحد يسمى محور الدوران, ويكون لجميع نقاط الجسم السرعة الزاوية نفسها في اللحظة نفسها, ولكن بسرعات خطية مختلفة. تكون زاوية الدوران للجسم (θ) متحولة مع الزمن (t) وتكون موجبة الإشارة عند الدوران بعكس عقارب الساعة والعكس بالعكس:

$$\theta = f(t) \qquad (7\text{-}3)$$

تكون السرعة الزاوية:

$$\omega = \left(\frac{d\theta}{dt}\right) \quad (rad/s\ )$$

حيث تعطى السرعة الخطية بالعلاقة:

$$v = R.\left(\frac{d\theta}{dt}\right)$$

يكون التسارع المماسي:

$$\varepsilon = \left(\frac{d\omega}{dt}\right) = \left(\frac{d^2\theta}{dt^2}\right)(rad/s^2\ )$$

أو:

$$\varepsilon = \omega\left(\frac{d\omega}{d\theta}\right)$$

يكون التسارع المماسي:

$$A_t = R.\left(\frac{d\omega}{dt}\right) = R.\varepsilon$$

ويكون التسارع الناظمي:

$$A_n = R.\omega^2$$

والتسارع الكلي: $A = \sqrt{R^2.\varepsilon^2 + R^4.\omega^4}$

وبالتالي قيمة التسارع العددية: $|A| = R\sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4}$

في الحركة يكون ($2\ \pi = 360°$) وإذا دار (n) دورة بالدقيقة الواحدة فيكون لدينا ($2\pi n=\Theta$) راديان، حيث (1 radian = ½π of a revolution = 57.3°). في الحركة الدورانية المنتظمة تكون السرعة الزاوية ثابتة ويكون التسارع الزاوي معدوماً. يمكن كتابة مجموعة المعادلات لجسم يتحرك بسرعة زاوية وتسارع زاوي متغيرين (متسارع أو متباطئ) كالتالي:

$$\omega = \omega_0 \pm \varepsilon t$$

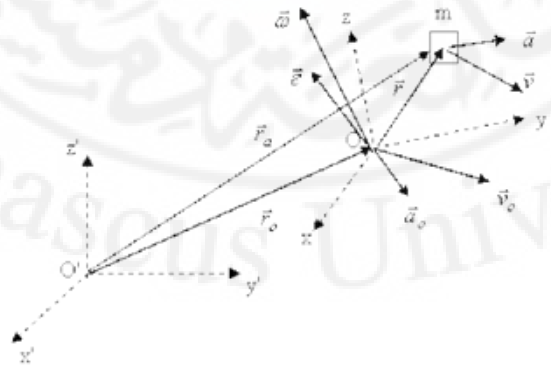
بالتكامل بدلالة الزمن: $\theta = \omega_0 t \pm \frac{\varepsilon t^2}{2}$

بحذف الزمن: $\omega^2 = {\omega_0}^2 + 2\varepsilon\theta$

نعلم أن السرعة الخطية تساوي ($\omega.r$)، حيث ω هو السرعة الزاوية النهائية، ω_0 هو السرعة الأولية، ε وهو التسارع الزاوي و θ هي المسافة التي تحركها الجسم. (في القانون تؤخذ إشارة + للحركة المتسارعة وتؤخذ إشارة – للحركة المتباطئة).

3-5- الحركة المركبة لجسم صلب (Resultant Motion of a Rigid Body)

نصادف أحيانا حركة جسم صلب بدلالة جملة إحداثيات تتحرك هي أيضا بدلالة جملة إحداثية أخرى ثابتة وبالتالي تكون حركة الجسم مركبة (شكل 3-8).



شكل 3-8: حركة الجسم المركبة

يتحرك الجسم بدلالة جملة الإحداثيات (x, y, z) والتي تتحرك بدلالة جملة إحداثيات أخرى (x', y', z') وتكون السرعة المطلقة للنقطة m هي:

$$v_m = v_o + v_r$$

حيث أن السرعة النسبية vrوالسرعة المكتسبة v_0 ويعطى التسارع المطلق للنقطة m بالعلاقة:

$$A_m=A_o+A_r+A_c$$

حيث أن A_c التسارع المتمم و A_r التسارع النسبي و A_o التسارع المكتسب

وسيتم دراسة الارتباط لتركيب حركتين انسحابيتين و تركيب حركتين دورانيتين وتركيب انسحاب ودوران بعدة حالات كالتالي:

- **لتركيب حركتين انسحابيتين:** يتحرك الجسم حركة انسحابية بالنسبة لجملة الإحداثيات والتي تتحرك بدورها حركة انسحابية بدلالة جملة إحداثيات ثابتة. يكتفى بتعيين سرعة احد نقاط هذا الجسم وتكون سرعة بقية النقاط مسايرة لها ويكون التسارع المتمم معدوماً لانعدام دوران الجملة المتحركة حول الجملة الثابتة (تتحرك حركة انسحابية). وتعطى علاقات السرعة والتسارع كالتالي:

$$v_m = v_o + v_r \qquad A_m=A_o+A_r$$

- **تركيب حركتين دورانيتين:** يدور الجسم حول محور ثابت في الجملة الأولى التي تدور بدورها حول محور ثابت في الجملة الثانية وهنا نميز بين احتمالين، توازي محوري الدوران أو تقاطع محوري الدوران. **في توازي محور الدوران،** تكون الحركة المحصلة دورانا لحظيا حول محور آني للدوران يوازي محوري الدوران المفروضين ويمر من المركز الآني للدوران (مركز الثقل) وتكون السرعة الزاوية الكلية ($\omega = \omega_o + \omega_r$).

يمكن أن يكون الدوران لحظياً باتجاه واحد ($\omega = \omega_o + \omega_r$) أو آنياً وبجهتين مختلفتين ($\omega = \omega_o - \omega_r$) ويمكن أن يكون الدوران باتجاهين مختلفين ومتساويي القيمة العددية وبالتالي يكون المركز الآني للدوران في اللانهاية وتكون الحركة انسحابية لحظية ناتجة عن عزم ازدواج السرعتين الزاويتين للدوران. في **تقاطع محوري الدوران،** تكون الحركة المحصلة عبارة عن دوران لحظي حول المحور المار بمركز الإحداثيات الثابتة، حيث الزاوية α هي الزاوية المحصورة بين محوري الدوران:

$$\omega = \sqrt{\omega_1^2 + \omega_2^2 + 2\omega_1\omega_2.\cos\alpha}$$

- **تركيب انسحاب ودوران:** يدور الجسم حول محور بسرعة زاوية وينسحب المحور في لحظة ويصنع زاوية مع متجه الدوران، يمكن أن يكون الانسحاب يوازي متجه الدوران أو يعامد الدوران أو يصنع زاوية ما مع متجه الدوران.

✓ **الانسحاب يوازي متجه الدوران:** نعتبر جملة الإحداثيات مقيدة بالجسم ونرد حركة الجسم للجملة الإحداثية الثابتة. تكون الحركة النسبية حركة دوران الجسم أما الحركة المكتسبة فهي الحركة الانسحابية وبالتالي فان الحركة المركبة لجسم صلب يدور حول محور بسرعة زاوية وحركة انسحابية بسرعة خطية موازية لمحور الدوران فتكون الحركة المحصلة هي حركة لولبية.

✓ **الانسحاب يعامد الدوران:** يدور الجسم حول المحور وينسحب باتجاه يعامد المحور. تكون الحركة النسبية حركة دوران الجسم أما الحركة المكتسبة فهي الحركة الانسحابية. يمكن اعتبار الحركة الانسحابية (عزم ازدواج الدوران) محصلة حركتين دورانيتين باتجاهين متعاكسين حول محورين متوازيين وتكون سرعة الانسحاب متعامدة مع مستوى محوري الدوران. وبالتالي تصبح هذه الحالة محصلة ثلاث دورانات حول محورين متوازيين وتكون حركة الجسم بالمحصلة حركة دورانية حول المحور الآني.

✓ **الانسحاب يصنع زاوية ما مع متجه الدوران:** يدور الجسم حول المحور وينسحب باتجاه يصنع زاوية مع متجه الدوران. تكون الحركة النسبية حركة دوران الجسم أما الحركة المكتسبة فهي الحركة الانسحابية (الحركة الانسحابية هي محصلة حركتين دورانيتين). يمكن تحليل السرعة للحركة الانسحابية لمركبتين احدهما توازي والأخرى تعامد متجه الدوران. وبالمحصلة يصبح لدينا حركة انسحابية وفق المحور وحركة دورانية حول المحور الآني للدوران وتكون المحصلة حركة لولبية آنية وتعتبر حركة الجسم الصلب الحر حركة مركبة من سلسلة حركات لولبية لحظية حول المحاور اللولبية المتغيرة باستمرار بشكل تابع للزمن.

3-6- معادلات الحركة في آلات الغزل (Kinematics in Spinning Machine)

سيتم استعراض حالات خاصة عن استخدام المعادلات الأساسية في حركة آلات الغزل:

3-6-1- تسارع محرك آلة الكرد (The Acceleration of Carding Engine)

يأخذ محرك في آلة كرد 24 ثانية ليصل للسرعة القصوى 160 دورة في الدقيقة فيكون التسارع:

$$\omega = \omega_0 + \varepsilon t \rightarrow \frac{2.\pi.160}{60} = 0 + \varepsilon \times 24$$

$$\varepsilon = 0.697 \left(\frac{\text{radians}}{s^2}\right) = \frac{0.697}{2 * \pi} = 0.111 \ (^{rev}/_{s^2})$$

وبالتالي فان عدد الدورات للوصول للتسارع المطلوب يكون:

$$\theta = \omega_0 t + \frac{\varepsilon \times t^2}{2} \qquad \text{(rad)}$$

$$n = \frac{\theta}{2\pi} = \frac{\omega_0 t}{2\pi} + \frac{\varepsilon \times t^2}{4\pi} = 0 + ½ \times 0.111 \times 24^2 = 31.9 \quad \text{(rev)}$$

3-6-2- سرعة بكرة لف الخيط (The Winding Speed)

خيط نمرة 50 تكس يلف على بكرة فارغة مدة 20 دقيقة وعند الانتهاء كان وزن الخيط الملفوف على البكرة 47.1 غرام [tex = 1 g/1000 m] سيكون طول الخيط الملفوف هو:

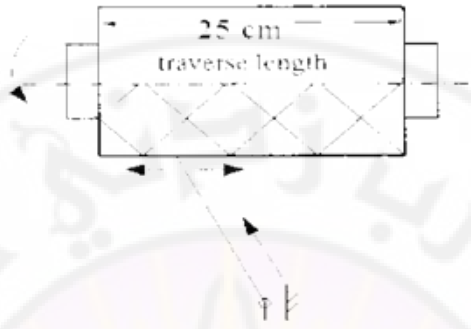
$$l = 1000/50 \times 47.1 = 942 \text{ m/20 min.}$$

وبالتالي سرعة لف الخيط هي:

$$V = 942/20 = 47.1 \quad \text{m/min}$$

3-6-3- سرعة دليل الخيط (Yarn Guide Speed)

تنجز آلة اللف 48 (Double traverses/min) والمسافة المقطوعة (25 cm) تكون سرعة دليل الخيط (شكل 3-9).



شكل 3-9: آلة اللف

الأشواط التي يقطعها الدليل بالدقيقة = 2 × 48 = 96 شوطاً ، في كل شوط مسافة 25 cm. وبالتالي تساوي السرعة حاصل قسمة المسافة المقطوعة على الزمن اللازم:

$V = 96 \times 0.25/60 = 0.4$ m/s

3-6-4- سرعة الآلة العظمى وزمن الوصول له

(A Full Speed and Time Taken to Reach the Full Speed)

تبدأ آلة حركة من السكون ($n_1 = 0$, $\omega_0 = 0$ rad/s) بسرعة عظمى 180 دورة في الدقيقة مع تسارع ثابت 36 rad/s^2. يكون الوقت اللازم للوصول للسرعة العظمى:

$n_2 = 180$ rpm

$\omega_2 = (2\pi n)/60 = [2\pi(180)]/60 = 18.84$ rad/s

$\varepsilon = 36$ rad/s^2

$\omega = \omega_0 + \varepsilon t$

$18.84 = 0 + (36)(t)$

$t = 0.523$ s

زاوية انتقال عمود القيادة أثناء التسارع:

$\theta = \omega_0 t + (1/2\ \varepsilon t^2) = 0(0.52) + (1/2\ (36)\ (0.523)^2)$

$\theta = 4.923$ rad

3-6-5- السرعة الزاوية والسرعة الخطية لسكين مضرب (V and ε of Beater)

تتحرك سكين مضرب في آلة (scutcher) 1500 دورة بالدقيقة حركة دائرية بنصف قطر (20) سم. تكون السرعة الزاوية:

$n = 1500$ rpm, $r = 20$ cm

$\omega = 2\pi n/60 = 2\pi\ (1500)/60$

$\omega = 157.07$ rad/s

السرعة الخطية للسكين:

$v = r\ .\ \omega = (20/100) \times 157.07 = 31.41$ m/s

وإذا كان قطر البكرة القائدة على المحور ($d = 25$ cm)، تكون السرعة الخطية للسكين:

$v = 157.07 \times (25/(2 \times 100)) = 19.63$ m/s

3-6-6- الزمن اللازم لتوقف اسطوانة الكرد

(Stop Time for Carding Cylinder)

تأخذ اسطوانة آلة الكرد 230 دورة حتى تتوقف عندما نقوم بتحريك السير إلى البكرة الثابتة من البكرة المتحركة في القابض.

$n_2 = 0$; $n_1 = 380$ rpm; $\theta = 230$

$\omega_0 = (2\pi n)/60 = [2\pi(360)]/60 = 39.79$ rad/s

$\omega = 0$

إذا كانت السرعة 380 دورة في الدقيقة سيكون الزمن الذي ستأخذه حتى تتوقف هو:

$\omega = \omega_0 + (\varepsilon t)$

$0 = 39.79 + (\varepsilon t)$

$\varepsilon t = -39.79$

$\theta = 230 \text{ rev} = 230 \times 2\pi = 1445.13 \text{ rad}$

$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \varepsilon t^2 = (\omega_0 + \frac{1}{2} \varepsilon t)\, t$

$1445.13 = (39.79) + 1/2\ (-39.79)\ t$

$t = 72.63 \text{ s}$

3-6-7- طول المادة المنقولة بواسطة مضرب

(The Material`s Length Delivered by the Beater)

مضرب بقطر 1.2 متر ويدور بسرعة 900 دورة بالدقيقة ويتطلب تخفيض سرعته حتى 400 دورة بالدقيقة حيث أن المضرب يتحرك مقدار 10 دورات. سيكون الوقت اللازم والدورات الثابتة اللازمة:

$\theta = 10 \text{ rev} \times 2\pi = 62.33 \text{ radian}$

$\omega_0 = 2\pi n_1/60$

$\omega_0 = 2\pi\ (900)/60 = 94.24 \text{ rad/s}$

$\omega = 2\pi n_2/60$

$\omega = 2\pi\ (400)/60 = 41.88 \text{ rad/s}$

$\omega = \omega_0 + \varepsilon t$

$41.88 = 94.24 + \varepsilon t$

$\varepsilon t = -\ 52.36$

$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \varepsilon t^2 = t\ (\omega_0 + \frac{1}{2} \varepsilon t) = t\ (94.24 + \frac{1}{2}\ (-52.36))$

$62.83 = t\ (94.24 - 26.18) = 68.08t$

$t = 0.923 \text{ s}$

طول المادة المنقولة L خلال هذا التغيير:

$\varepsilon = -52.36/0.923$

$\varepsilon = -56.72 \quad rad/s^2$

$L = \pi Dn = \pi\ (1.2)\ (10) = 37.69\ m/min$

3-6-8- سرعة الدبلة (Traveler Velocity)

تتحرك الدبلة في آلة الغزل الحلقي بسرعة 8400 دورة بالدقيقة. تكون سرعتها الزاوية

$\omega = 2\pi N/60 = 2\pi\ (8400)/60 = 879.64\ rad/s$

إذا انخفضت سرعتها حتى 2000 راديان بالثانية وكان قطر الحلقة 10 سم، احسب السرعة الخطية للدبلة عند انخفاض السرعة:

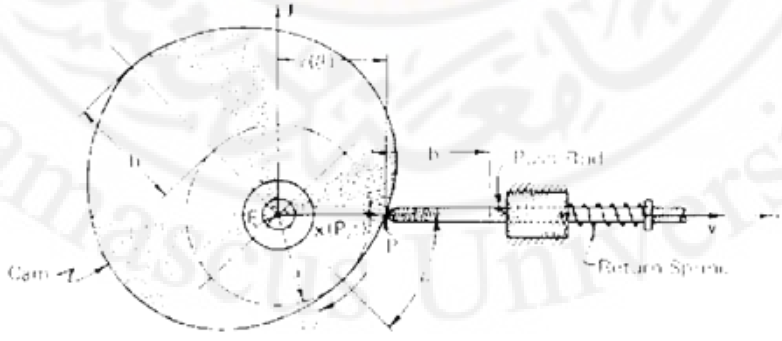
$\omega = 2000\ rad/s$

$v = r.\omega$

$v = 5/100 \times 2000 = 100\ m/s$

3-6-9- حركة الكامة (Cam Motion)

تستخدم كامة (شكل 3-10) لإعطاء حركة ترددية لعمود دفع وحركة التقدم ضمن مجال (0 إلى π) وحركة التراجع ضمن مجال (π إلى 2π) بسرعة ثابتة v خلال شوط الكامة (b) أو ارتفاع الكامة. تتحرك الكامة بسرعة زاوية ثابتة ($\omega = d\theta/dt$) حول المحور F.



شكل 3-10: كامة تستخدم لإعطاء حركة ترددية

معادلة الحركة في المجال (0 إلى 2π):

$$\mathbf{v}(P,t) = \frac{d\mathbf{x}(P,t)}{dt} = \frac{dr(\theta)}{d\theta}\omega\mathbf{i}$$

عندما تصل للذروة (π) يكون القطر (r (π) =a+ b)

في مجال (0 إلى π):

$$r(\theta) = a + b\left(\frac{\theta}{\pi}\right)$$

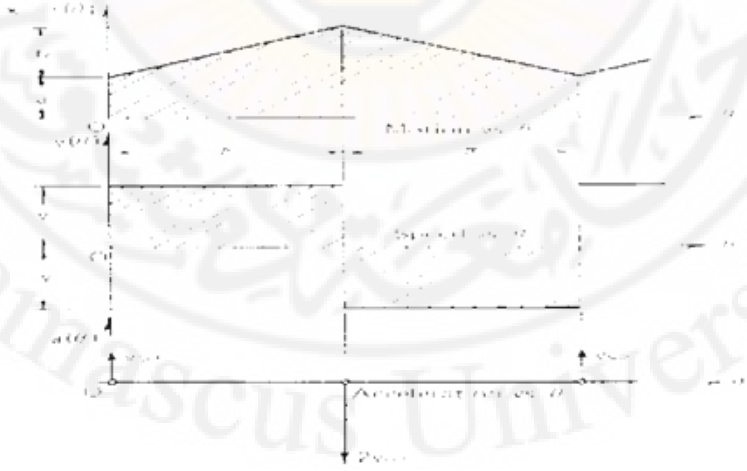
في مجال (π إلى 2π):

$$r(\theta) = a + b\left(2 - \frac{\theta}{\pi}\right)$$

وعند 2π:

$$r(\theta) = a + b\left(2 - \frac{2\pi}{\pi}\right) = a + b(0) = a$$

يبين الشكل 3-11 مخطط الإزاحة والسرعة والتسارع، تختلف مخططات السرعة والتسارع حسب تصميم الكامة، يبين الشكل 3-12مخططات عدد من أنواع الكامات (متعددة الحدود أو مثلثية).



شكل 3-11: مخطط الإزاحة والسرعة والتسارع

شكل 3-12: مخطط الإزاحة والسرعة والتسارع لعدة أنواع من الكامات

الفصل الرابع

4- القوى والاستطاعة

Forces and Power

4-1- مقدمة (Introduction)

يدرس علم السكون القوى دون التطرق لمسالة التغيرات المحتملة للقوى بمرور الزمن، يوجد هناك قوى ثابتة وقوى متغيرة تتغير قيمها واتجاهاتها خلال حركة الجسم (شكل 4-1)، وبالتالي فلابد من دراسة قوانين حركة عناصر آلة الغزل تحت تأثير القوى حيث تتعلق القوى المتغيرة بالزمن وموضع الجسم وسرعته، ومع وجود تسارع لأحد أجزاء الآلية تتولد قوى عطالة إضافية. يستمر عنصر الآلة بحالة السكون أو الحركة إلا إذا أثرت فيه قوة خارجية، إن حاصل ضرب كتلة العنصر بتسارعه الذي يكتسبه من جراء تطبيق القوة يكون متناسباً مع القوة المطبقة ويتجه التسارع في اتجاه القوة المطبقة نفسه. و من ناحية أخرى لكل فعل رد فعل يقع على نفس حامله،يساويه بالقيمة ويعاكسه بالاتجاه.

شكل 4-1: القوى عناصر الآلة

4-2- أنواع القوى المؤثرة في الآلات وتحليلها

(Types of Forces in Machines and Their Analysis)

القوة هي العامل الذي يؤثر في جسم ما فيعمل على تحريكه إذا كان ساكنا، أو يسبب تغيير حركته مقدارا أو اتجاها أو كليهما إذا كان الجسم متحركاً. القوة هي مقدار شعاعي ويتحدد تأثيرها في الجسم بمقدارها واتجاهها ونقطة تأثيرها ومنحاها.

تتوزع القوى المؤثرة في الآلات إلى قوى خارجية تؤثر في الأجزاء كقوى العطالة وقوى ضغط الغاز، و قوى داخلية كالقوى المتولدة في المفاصل، وقوى ردود الأفعال في المساند وقوى الاحتكاك. يمكن اعتبار القوى داخلية أو خارجية حسب فعل القوى داخل النظام المدروس أو خارجه، مثلا عند دراسة جزء من آلية مكونة من عدة أجزاء تكون القوى الناتجة والمؤثرة على الأجزاء الأخرى قوى خارجية لأنها خارج النظام المدروس. أثناء عمل الآلة تتعرض لعدة مقاومات منها مقاومة الاحتكاك ومقاومة ناتجة عن العطالة والجاذبية ومقاومة ناتجة عن الإجهاد، يمكن تصنيف **القوى المؤثرة في الآلات** إلى:

1. القوى المحركة: تقوم بعمل ايجابي لتحريك الآلة.
2. قوى مقاومة تكنولوجية: القوى المطبقة على الجزء المقود للتغلب عليه.
3. قوى الثقالة: قوى تنتج عن الأوزان الذاتية وتكون صغيرة بالمقارنة مع قوى العطالة للآلات الدائرة بسرعة عالية ولذلك يتم إهمالها، ويجب التمييز بين قوى الثقالة وقوى العطالة الناتجة عن اكتساب أجزاء الآلة تسارعات خطية ودورانية نتيجة الحركة غير المنتظمة للأجزاء.
4. قوى المقاومة الميكانيكية
5. قوى العطالة الناتجة عن الحركة
6. ردود الأفعال: تعتبر من القوى الداخلية نتيجة تأثير القوى الخارجية في الآلية وتنعدم بغيابها، وتتبع قانون الفعل ورد الفعل (شكل 4-2).

شكل 4-2: ردود الأفعال

بالانتقال من القوى المؤثرة على الآلة إلى القوى المؤثرة على جسم صلب، يمكن تصنيف القوى المؤثرة في جسم صلب بشكل خاص كالتالي:

1. قوة الشد: هي القوة المؤثرة على جسم معين مسببة جره أو استطالته.

2. قوة الضغط: هي القوة التي تضغط على الجسم مسببة تقارب جزيئاته إن كان طريا.

3. قوة الجاذبية الأرضية التي تجذب الأجسام نحو مركز الكرة الأرضية.

4. قوة رد الفعل: عندما تؤثر قوة ما على الجسم فان الجسم يقاومها بقوة رد الفعل.

5. قوة الاحتكاك: تنشا من حركة سطح جسم على سطح جسم آخر وتحسب بضرب القوة الناظمية (N) على السطح بمعامل الاحتكاك (μ) بين السطحين:

$$F = \mu . N$$

6. قوة مقاومة الوسط: يتأثر الجسم عند حركته في وسط ما لمقاومة الوسط المعتمدة على الجسم وأبعاد الجسم وسرعته وخواص الوسط. قوى المقاومة تتناسب مع مربع السرعة حسب المعادلة:

$$Q = \frac{1}{2}\ \mu . \rho . S . V^2$$

حيث أن (ρ) كثافة الوسط (Kg/m^3) و(S) مساحة مقطع الجسم (m^2) على المستوي العمودي على اتجاه الحركة و (μ) معامل الاحتكاك.

7. القوة النابذة: تتولد عن دوران الجسم حول محور معين وتتوقف على كتلة الجسم وسرعة دورانه وبعده عن مركز الدوران (شكل 4-3)، وتكون القوة ذات إشارة عكس إشارة التسارع الناظمي (A_n)، عند الدوران بسرعة زاوية ثابتة يكون التسارع المماسي معدوماً.

يساوي التسارع الناظمي: $A_n = - m . \omega^2 . \vec{R}$

وتكون السرعة الزاوية: $\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{\pi n}{30}$

أما التسارع المماسي: $A_t = - m . \varepsilon . \vec{R}$

حيث أن التسارع الزاوي: $\varepsilon = \frac{\omega - \omega_0}{t - t_0}$

ويعطى التسارع الكلي بالعلاقة: $A = R\sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4}$

شكل 4-3:القوة النابذة

يعمل الميكانيك النظري على استبدال مجموعة القوى المؤثرة على جسم صلب بمجموعة من القوى المكافئة (شكل 4-4)، ووضع شروط توازن جسم صلب خاضع لتأثير مجموعة

من القوى. يتمتع الجسم الصلب بأبعاد ثابتة وله شكل هندسي لا يتغير، ويكون الجسم متوازناً إذا بقي ساكنا أو متحركا بحركة مستقيمة منتظمة تحت تأثير مجموعة من القوى ويمكن نقل نقطة تأثير القوة إلى أي مكان على خط تأثيرها دون أي تغيير في مقدار تأثيرها في الجسم. لجسم كتلته (m) كغ وتسارعه (A)،تعطى القوة الناتجة (F) بالعلاقة:

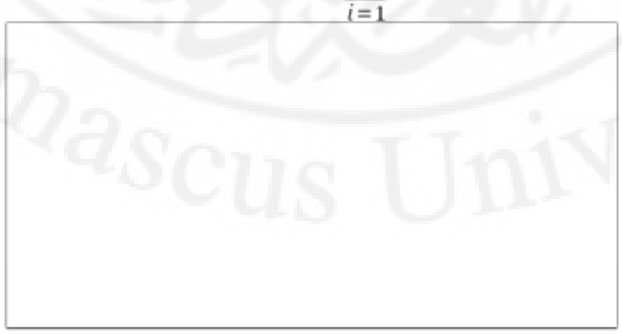
$$\vec{F} = m.\vec{A} \qquad (N)$$



شكل 4-4: القوى المكافئة

محصلة أي قوتين مؤثرتين في نقطة ما من جسم مطلق الصلابة تساوي مجموعهما الهندسي أي تساوي قطر متوازي الإضلاع المنشأ على هاتين القوتين ($R=F_1+F_2$) (شكل 4-5). يمكن جمع القوى في حالة تأثير قوتين أو أكثر في النقطة (A)، وتحدد محصلة القوى المتلاقية في نقطة واحدة بطريقة الجمع المتتالي وتكون المحصلة مساوية إلى R. فعلي سبيل المثال، في الغزل الحلقي يمكن حساب القوة الناتجة عن القوى المؤثرة على الدبلة (شكل 4-6) في الغزل الحلقي بطريقة شعاعية:

$$\vec{R} = \sum_{i=1}^{n} \vec{F_i}$$



شكل 4-5: القوى المؤثرة على النقطة (A)



شكل 4-6: القوى المؤثرة على الدبلة

4-3- عمل القوة والقدرة الحركية والعزم الحركي
(Work of Force, Kinetic Energy and Moment of Momentum)

سيتم التطرق إلى عمل القوة والقدرة الحركية وعزم القوة وكيفية حساب العزم الحركي نتيجة أهمية ذلك للحسابات الخاصة بميكانيك آلات الغزل:

4-3-1- عمل القوة (Work of Force)

عندما تقوم القوة F بتحريك جسم ما لمسافة معينة S، أو بالتأثير بعزم T لتدويره زاوية معينة (θ) فتكون هذه القوة قد أنتجت عملا (P: $N.m = J$):

$$P = F.S$$
$$P = T.\theta$$

تعرف الطاقة بأنها القدرة على القيام بالعمل ويمكن أن تكون ميكانيكية أو حرارية أو كهربائية صوتية أو ذرية وغيرها. تكون الطاقة على شكل طاقة حركية أو طاقة كامنة وبالتالي تعطى القدرة بالعلاقة التالية:

$$E_M = E_K + E_P$$

4-3-2- القدرة الحركية (Kinetic Energy)

هناك عدة حالات لحساب القدرة الحركية لجسم متحرك وهي:

1. جسم كتلته (m) كغ يتحرك حركة انسحابية بسرعة خطية (v) (m/s) :

$$E_K = \frac{1}{2} m V^2 \qquad (J)$$

إن فرق الطاقة الحركية لجسم يتحرك بين وضعين مختلفين (S_1,S_2) يساوي مجموع عمل القوى المؤثرة التي تنقل الجسم بين هذين الوضعين

$$P = F\,(S_2 - S_1) = \frac{1}{2}\,\mathrm{m}\,(\mathrm{V}_2^2 - \mathrm{V}_1^2)$$

2. جسم عزم عطالته (I [$kg.m^2$]) يتحرك حركة دورانية بسرعة زاوية (ω [rad/s]):

$$E_K = \frac{1}{2}\,I\,\omega^2 \qquad (J)$$

3. جسم يتحرك حركة مستوية:

$$E_K = \frac{1}{2}\,\mathrm{m}\,\mathrm{V}^2 + \frac{1}{2}\,I\,\omega^2 \qquad (J)$$

تعطى **القدرة الكامنة** لجسم كتلته (m [kg]) يتحرك مسافة (h) بالعلاقة:

$$E_p = \mathrm{w.h} = \mathrm{m.g.h} \qquad (J)$$

حيث (g = 9.81) تسارع الجاذبية m^2/s .

4-3-3- العزم الحركي (Moment of Momentum)

إن عزم القوة بالنسبة لنقطة أو لمحور هو قدرة القوة على إحداث دوران في الجسم المؤثر عليه حول النقطة أو المحور (شكل 4-7). ويحسب بجداء القوة (F) بذراعها (r) العمودي على اتجاهها:

$$M = F.r \quad [\mathrm{N.m}]$$

فعلى سبيل المثال، لحساب الثقل المطبق (W) على جهاز السحب المبين في الشكل 4-7 حيث (T= 178 N) نجد من معادلة العزوم:

$$W \times 7.5 = T \times 0.75$$

شكل 4-7: قوى ضاغطة في جهاز سحب

بالتالي يمكن إيجاد قيمة القوة (P_C):

$$P_A+P_B+P_C = 123+20+P_C = 178$$

$$P_C = 35\ N$$

4-4- تحديد مركز ثقل جسم (Determine of The Body` Gravity Centre)

تعتبر الكتلة مقداراً جبرياً موجباً يعبر عن عطالة جسم ما وواحدتها (kg) وتعطى بالعلاقة:

$$m = V.\rho$$

حيث v هو الحجم (m^3) و ρ هو الكثافة النوعية (Kg/m^3).

يبين شكل 4-8 مركز الثقل الكتلي (G) ووزن كتل الجزيئات ذات الكتلة الكلية، ويمكن التعبير عنها بدلالة الكتلة فتعطى إحداثيات مركز الثقل (x,y,z) بالمعادلات المبينة بالشكل.



شكل 4-8: مركز الثقل الكتلي

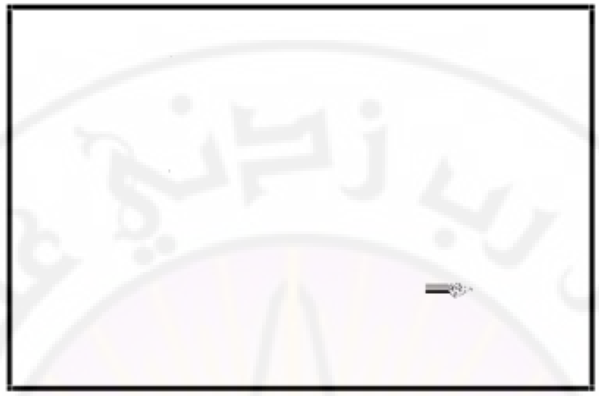
ثقل الجسم هو حالة من القوة حيث (w=m.g) وتقاس القوة بالنيوتن وبالتالي:

$$w = \sum_{i=1}^{n} w_i\,, \quad M = \sum_{i=1}^{n} m_i$$

$$w = \sum_{i=1}^{n} m_i \times g = g \times \sum_{i=1}^{n} m_i = \mathrm{M.g}$$

وبنفس الأسلوب يمكن التطبيق على مستوٍ ثنائي (شكل 4-9)، يقع مركز ثقل الأجسام المتجانسة على مركز التناظر الهندسي وتعطي المراجع معادلات تعيين مركز ثقل بعض الأجسام ذات الأشكال المنتظمة، بالنسبة للأجسام والوصلات التي لها محورا تناظر فان مركز ثقلها هو نقطة تقاطع محوري التناظر. تتبع الطرائق التجريبية لبعض الأشكال غير المنتظمة والمعقدة وذلك لتحديد مركز الثقل اعتمادا على المفهوم الهندسي حيث يمكن أن

يقع مركز الثقل خارج الكتلة الفيزيائية للجزء المدروس. هناك جداول تعطي المركز لبعض الأشكال العامة والأشكال المنتظمة ويمكن الاستفادة منها لحساب مركز ثقل الأجسام المركبة منها (جدول 4-1)



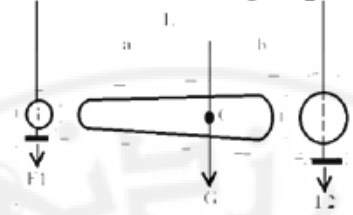
شكل 4-9: حالة مستوي ثنائي

جدول 4-1: طريقة إيجاد مركز ثقل شكل غير منتظم

يبين الشكل 4-10 أحد الطرق التجريبية لحسابها حيث يوضع الجزء على ميزانين، يكون مجموع قراءتي الميزانين تعبران عن قيمة ردي الفعل ومجموعهما هو عبارة عن وزن الوصلة (G) ومن معادلة العزوم يمكن تحديد مركز الثقل (C).

$$G.a = F_2.L$$

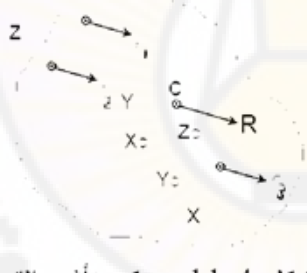
$$a = \frac{F_2 \times L}{G} = \frac{F_2 \times L}{F_1 + F_2}$$



شكل 4-10: حساب مركز ثقل جسم

4-5- مركز تأثير القوة (Force Centre)

يبرز مصطلح مركز القوى المتوازية عند حل بعض الحالات وتعيين مراكز ثقل الأجسام، فبعد جمع محصلة القوى المتوازية والمتجهة في اتجاه واحد (R) والمؤثرة على جسم يتم تعين نقطة تأثير (C) محصلة القوى وتوجد إحداثيات مركز القوى المتوازية (شكل 4-11) حسب المعادلات:



$$R = \sum F_K$$

$$x_c = \frac{\sum F_K x_k}{R}$$

$$y_c = \frac{\sum F_K y_k}{R}$$

$$z_c = \frac{\sum F_K z_k}{R}$$

شكل 4-11: مركز تأثير القوة

4-6- الاحتكاك في الآلات وأنواعه (Friction in Machines and its Types)

تنشأ قوة الاحتكاك من حركة سطح جسم على سطح جسم آخر (شكل 4-12) وتؤثر بعكس اتجاه الحركة وتحسب بجداء القوة الناظمية على السطح R_N والناتجة عن ثقل الجسم بمعامل الاحتكاك ($\tan\theta = \mu$) بين السطحين:

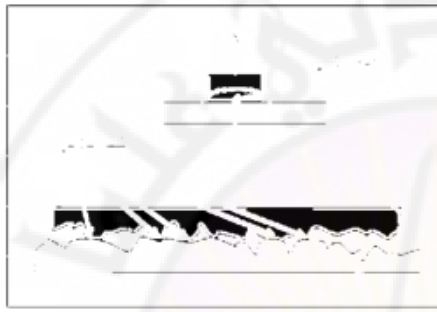
$$F = \mu . R_N$$

شكل 4-12: قوة الاحتكاك

إن قوة الاحتكاك تعتمد على نوع مادتي الجسمين وعلى خشونة السطح وعلى الضغط بين الجسمين، ويمكن أن يكون الاحتكاك انزلاقياً أو تدحرجياً أو دورانياً، و يبين الجدول 4-2 أمثلة لبعض الحالات وصورة ميكروسكوبية مكبرة لسطح الاحتكاك بين جسمين.

جدول 4-2: قيم معاملات الاحتكاك

الحالة	قيمة المعامل μ
معدن ناعم جاف لمعدن	0.3-0.15
معدن ناعم مشحم لمعدن	0.08- 0.07
جلد على معدن ناعم جاف	0.56
خيط قطن على فولاذ ناعم	0.28-0.26
صوف جاف على صوف	0.5-0.75



مثال: عندما تدور دبلة وزنها (W = 0.5 g) في آلة غزل حلقي تحوي 504 مرادن بسرعة دوران 8000 دورة بالدقيقة، وباعتبار قطر الحلقة 40 ملم (شكل 4-13) و عامل الاحتكاك (μ) هو 0.2، سيتم حساب الطاقة اللازمة للتغلب على الاحتكاك

شكل 4-13:قوى الاحتكاك في الدبلة والحلقة

كتلة الدبلة: $m = 0.5/9.81 = 0.051\ g = 0.000051\ kg$

السرعة الخطية: $v = \pi DN = \pi \times (40/1000) \times (8000/60)$

$v = 16.75\ m/s$

قوة الطرد المركزية: $F_c = m.\ \omega^2.\ r = mv^2/\ r$

$F_c = [0.000051) \times (16.75)^2] / (0.020) = 0.715 \quad [N]$

قوة الاحتكاك: $F = 0.2 \times 0.715 = 0.143$ [N]

القدرة اللازمة لدبلة واحدة: $P_1 = F.v = 0.143 \times 16.75 = 2.395$ w

القدرة اللازمة الكلية: $P = 2.395 \times 504 = 1207.08$ w= 1,2 Kw

وفي مثال آخر، عند تطبيق قوة ضاغطة بواسطة الذراع مقدارها 120 نيوتن على مكبح احتكاكي (شكل 4-14)، وباعتبار عامل الاحتكاك مساوياً 0.5 وقطر البكرة 28 سم، ولحساب القدرة اللازمة لإيقاف الآلة خلال عشر ثواني وبعد إكمال 18 دورة نتبع التالي:



شكل 4-14: مكبح احتكاكي

$N = 18/10 = 1.8$ rps

السرعة الخطية: $v = \pi ND = \pi \times (0.28) \times (1.8) = 1.58$ m/s

القوة المؤثرة: $F = \mu \times R_N = 0.5 \times 120 = 60$ N

القدرة اللازمة: $P = F.v = 1.58 \times 60 = 95$ watts

يعطي الجدول 4-3 أهم معاملات التحويل لحساب القوى والطاقة والعمل.

جدول 4-3 : معاملات التحويل لحساب القوى والطاقة والعمل

4-7- عزم العطالة (Moment of Inertia)

عزم العطالة لجسم مكون من مجموعة نقاط هو مجموع جداءات كتل النقاط (m_i) ومربع المسافة (r_i) بين النقاط ونقطة ثابتة (A) أو مركز الدوران:

$$I_A = \sum_{i=1}^{n} m_i \times r_{iA}^2$$

ويكون عزم عطالة جسم متحرك حول مركز دوران (A) ومركز ثقله (C) محققاً للعلاقة التالية (نظرية شتايغر):

$$I_A = I_C + M \times d^2 \qquad (kg.m^2)$$

حيث(d) المسافة بين مركز الدوران ومركز الثقل بالمتر و (M) كتلة الجسم بالكغ:

$$M = \sum_{i=1}^{n} m_i$$

إذا كان لدينا نقطة 1 كتلتها m وتتلقى قوة دفع (F=m.a) من قبل النقطة 2 ، حسب مبدأ الفعل ورد الفعل فان النقطة 2 تتلقى قوة رد فعل من 1 مقدارها (ϕ =- m.a) والتي تعرف بقوة عطالة النقطة 1. أما في حال الحركة الدائرية تظهر قوى عطالة ناظميه ومماسية وتكون القوة العطالة الناظمية هي القوة النابذة أو قوة الطرد المركزي.

في حال تأثير عدة قوى في الجسم ينتج عنها قوة عطالية معاكسة تساوي مجموع هذه القوى، يمكن أن تتناسب القوة مع المسافة كقوة الجر أو قوة شد نابض أو ضغط الغاز المتمدد داخل الاسطوانة، بفرض أن قوة العطالة (ϕ) تؤثر على النقطة K (نقطة تقاطع التسارع المماسي والتسارع الناظمي) ويكون:

$$I_D = I_S + m.\overline{SD}$$

$$\overline{SK} = \frac{I_S}{m.\overline{SD}}$$

حيث أن (I_S) عزم عطالة الجسم بالنسبة لمركز الثقل S و (I_D) عزم عطالة الجسم بالنسبة لمركز الدوران D و (m) كتلة الجسم (kg) و (SD) البعد بين مركز الدوران ومركز الثقل, ويعبر SK عن البعد بين النقطة K ومركز الثقل (K نقطة تقاطع البعد العمودي SK مع منحى القوة (ϕ)) و يمكن أن تقع K و D و S على استقامة واحدة.

4-7-1- الاستطاعة (The Power)

إن تحديد الاستطاعة اللازمة لتحريك آلات الغزل وأجزائها ضروري لإجراء الحسابات التصميمية للآلة ولاختيار المحرك الكهربائي الذي يعطي قدرة للتغلب عن المقاومات الناتجة عن عمل الآلة، تعبر الاستطاعة عن معدل العمل المنجز (A) في وحدة الزمن (t) وتعطى بالعلاقة:

$$P = \frac{A}{t} \qquad (\frac{N.m}{s} : Watt)$$

إن التحديد الدقيق للاستطاعة بشكل صحيح يساعد على استقرار عمل المحرك أثناء انجاز العملية الإنتاجية، تبين العلاقة التالية المعادلة العامة لحركة الآلة ومدلولاتها:

$$P = \frac{dA}{dt}$$

$$dA = dA_1 + dA_2 + dA_3 + dA_4 + dE_K$$

حيث أن P : استطاعة الآلة

dA : التغير في عمل القوى المحركة

dA_1 : التغير في عمل المقاومات اللازمة للإنتاج

dA_2 : التغير في عمل قوى الاحتكاك

dA_3 : التغير في عمل قوة مقاومة الوسط

dA_4 : التغير في عمل قوى العطالة (أو الثقل)

dE_K : التغير في القدرة الحركية التي تميز قوى العطالة

وسيتم شرح مركباتها نظرا لأهميتها في حسابات آلات الغزل:

1- التغير في عمل المقاومات اللازمة للإنتاج (dA_1): إن الاستطاعة اللازمة للتغلب على المقاومات اللازمة لانجاز العملية التكنولوجية تمثل نسبة صغيرة من الاستطاعة المصروفة لتحريك الآلة كمثال (آلة سحب زينسر 39 % ، آلات كرد القطن 22%، آلات الغزل ذات 240 مغزل وعدد دورات 9640 دورة بالدقيقة هو 17%)

2- القدرة اللازمة للتغلب على قوى الاحتكاك (dA_2): يعتمد على مجموع القدرات اللازمة للتغلب على قوى الاحتكاك الحاصلة بين الأجزاء المختلفة مع اعتبار ظروف عمل الأجزاء وعامل الاحتكاك لكل حالة وخشونة السطوح المتلامسة والسرعة النسبية بين السطوح، من الصعب حسابها بشكل دقيق وبالتالي يتم تحديدها بطرق عملية تجريبية للأجزاء المنفصلة أو قبولها كمعامل يعتمد على أبعاد الآلة ونوعها من جداول خاصة.

3- القدرة اللازمة للتغلب على مقاومة الوسط (dA_3): تعتمد على حجم الأجزاء العاملة وسرعتها وتهمل للأجزاء الصغيرة والسرع المنخفضة، تعطى للأجزاء ذات الأبعاد الكبيرة نسبيا والسرعات العالية اعتمادا على العلاقة الخاصة بمقاومة الجسم أثناء حركته:

$$Q = \frac{1}{2}\,\mu.\rho.S.V^2$$

حيث أن ρ كثافة الوسط وتساوي 1.206 Kg/m^3 للهواء، و S مساحة مقطع الجسم على المستوي العمودي على اتجاه الحركة بالمتر المربع و (μ) معامل الاحتكاك و V (m/s) سرعة الجسم.

إن مقاومة الهواء تزداد مع زيادة سطح الجسم وتنقص نسبيا عند السطوح الناعمة وهناك العديد من الأجزاء الدوارة في آلات الغزل والتي تلعب بها مقاومة الهواء دورا كبيرا، تزداد الاستطاعة اللازمة مع زيادة سرعة المغازل، تزداد الاستطاعة بمقدار 29.7 وات عند زيادة السرعة من 8000 إلى 12000 دورة بالدقيقة لخيط نمرة 50 Tex. عند استخدام

خيوط من مواد مختلفة نلاحظ اختلاف في مصروف القدرة للمغازل فمصروف القدرة للمغازل المتشابهة التي تغزل صوفا يكون اكبر من القدرة للمغازل التي تغزل قطناً بمقدار 25%، وأقل مصروف للقدرة هو لمغازل الحرير بأربع مرات أقل منها للصوف.

4-**التغير في عمل قوى العطالة (dA_4)**: تعطى الاستطاعة اللازمة للتغلب على قوى العطالة في الآلة بالعلاقة:

$$P_4 = \frac{dA_4}{dt} = I \times \varepsilon \times \omega$$

حيث ω [rad/s] السرعة الزاوية للمحور الرئيسي للآلة و ε [rad/s^2] التسارع الزاوي للمحور الرئيسي للآلة و I [$kg.m^2$] عزم عطالة الجزء المتحرك المركب على المحور الرئيسي للآلة.

إن الاستطاعة اللازمة للتغلب على قوى العطالة في بداية الإقلاع تعتمد على عزم العطالة وقوانين تغير السرعة والتسارع وعليه فان زمن إقلاع الآلة يختلف من آلة لأخرى وذلك حسب تصميم الآلة ومقاومة الاحتكاك بين أجزائها كمثال على ذلك زمن إقلاع آلة الغزل 3-5 ثانية وزمن إقلاع آلة الكرد حتى 30 ثانية نتيجة لحجم وثقل أجزائها وتعمل الشركات المصنعة على تخفيض قوى العطالة لتخفيض فترة إقلاع الآلة كما في أجهزة تحريك المغازل المصنعة من حلقات صفائحية قاسية خفيفة الوزن. يمكن حساب الزمن اللازم للإقلاع من العلاقة التالية:

$$t = I_P \times \int_0^W \frac{d\omega}{M_\omega - M_c}$$

حيث ω [rad/s] السرعة الزاوية للمحرك الكهربائي و I_P [$kg.m^2$] عزم العطالة للأجزاء المركبة على محور المحرك الكهربائي و M_ω [N.m] عزم دوران المحرك الكهربائي و M_c [N.m] العزم المقاوم للأجزاء المركبة على محور المحرك الكهربائي

وتعطى الاستطاعة الميكانيكية لجسم متحرك حركة دورانية بالعلاقة:

$$P = M \times \omega \qquad (watt)$$

حيث أن M [N.m] عزم الدوران للمحور الرئيس و (ω) السرعة الزاوية للمحور الرئيس للآلة. وعلى سبيل المثال، عند نقل الحركة بواسطة السيور من البكرة القائدة (1) إلى البكرة المقادة (2) في الشكل 4-15. تعطى السرعة الخطية للسير بالعلاقة:

شكل 4-15: نقل الحركة بواسطة السيور

$\omega_2 r_2 < V < \omega_1 r_1$

والعلاقة بين قوى الشد والعزم: $M_2/r_2 = (T_2 - T_1) = M_1/r_1$

والعلاقة بين العزم والاستطاعة: $P_2 = \omega_2 M_2 < \omega_1 M_1 = P_1$

ويكون المردود: $\eta = P_2/P_1 < 1$

يمكن حساب الاستطاعة المنقولة بالحبال بالعلاقة التالية:

$$P = (F \times N) = [(T1-T2) \times N] \quad (w)$$

حيث F هي القوة القائدة (N) و v هي السرعة (m/s) و N عدد الحبال في البكرة.

5- **التغير في القدرة الحركية التي تميز قوى العطالة (dE_k):** عند بداية العمل تزداد سرعة المحور الرئيسي للآلة باستمرار مما يؤدي لتغير في الطاقة الحركية ولكن ظروف العمل الطبيعية تفترض أن تبقى السرعة ثابتة الأمر الذي لا يتحقق عمليا دائما.

نعتبر المعادلة العامة لحركة الآلة كالتالي:

$$dA = dA_1 + dA_2 + dA_3 + dA_4$$

وفي مرحلة التوقف تستمر الآلة بالحركة حتى التوقف على حساب القدرة الحركية المتراكمة أثناء عمل الآلة ويكون عمل القوى المحركة عندها (dA=0).

يمكن حساب الاستطاعة للآلة بشكل كامل ومن ثم يفصل الجزر المطلوب حساب استطاعته عن الحركة وتقاس الاستطاعة بدونه وتطرح من الاستطاعة الكلية للحصول على مصروف الجزء المذكور من الاستطاعة.

تصرف المغازل في آلة الغزل مع المحور الرئيسي 48.8 % من الطاقة الكلية للآلة مع كامل تجهيزاتها، وتصرف أجهزة السحب مع أجهزة نقل الحركة 10.2 %، ويصرف جهاز البكر 2.6 %. يعتمد مصروف الاستطاعة على تصميم الآلة ونوعها والمواصفات

التكنولوجية والفنية، فمع زيادة عدد المغازل أو زيادة سرعتها يكون مصروف الطاقة اكبر. يستهلك الروتور في آلات الغزل التوربيني اكبر كمية من الاستطاعة الكهربائية للتغلب على مقاومة الاحتكاك في رولمانات الروتور ومقاومة الهواء للروتور والمقاومة الناتجة عن أجهزة نقل الحركة بالإضافة إلى دوران الروتور نفسه نتيجة وزنه. بزيادة طول الشعيرات نستعمل روتوراً بأبعاد اكبر وبالتالي تكون الاستطاعة اللازمة للتغلب على المقاومات اكبر. نتيجة زيادة عدد المحركات في آلات الغزل التوربيني ينتج حرارة إشعاعية متولدة من المحركات الكهربائية مما يلزم زيادة في طاقة التكييف داخل صالة الغزل للوصول إلى درجة الحرارة القياسية المطلوبة للتشغيل.

4-7-2- اختيار المحرك الكهربائي (Selection of Electric Motor)

استخدام الفحم كمصدر للطاقة قديما و خلال القرن التاسع عشر بالتوازي تم الاعتماد على المحرك البخاري وصولا إلى محركات الديزل ومحركات التيار المستمر ومحركات السيرفو حاليا. يتم تحريك آلات الغزل باستخدام محركات تعمل على التيار المتناوب ويؤمن المحرك بتصميمه حماية من الأعطال والغبار والرطوبة العالية والاجهادات الصدمية، ويجب أن تكون أبعاده مناسبة ويتم وصله مع المحور الرئيسي للآلة بشكل جيد ويجب أن يكون عامل الاستطاعة اكبر ما يمكن لتامين عمل مستقر للآلة والمحرك.

يعتمد اختيار المحرك الكهربائي على لحظة إقلاع الآلة، ويجب أن تكون قيمة العزم المقاوم العظمى تساوي (1.5-2) من قيمة العزم المقاوم الفعلية. بالنسبة لعامل إجهاد المحرك يجب أن يكون اقل من (1)، أي قيمة العزم الأعظمي المقاوم اقل من قيمة العزم النظري للمحرك الكهربائي. لصيانة المحركات دور في حسن أدائها وهناك قيم أساسية لتقييم أداء المحركات وتقرير استبدالها أو صيانتها في آلات الغزل.

يجب أن يكون التردد دائما 50 هرتز ومجال التيار المغذي (415-420) فولط للأداء الجيد، أما حرارة المحرك يجب أن لا تتجاوز 85 درجة لحرارة الوسط دون 35 درجة مئوية، ونسبة تحميل المحرك لا تقل عن 85-95 بالمائة، وتصبح القيم المذكورة للأداء المقبول (49 هرتز ، 400-415 درجة ، 85-100 درجة ،35-40 درجة مئوية، 60-85 بالمائة) وغير مقبول خارج المجالات المذكورة. يتم حساب **الاستطاعة النظرية للمحرك** من خلال الاستطاعة العاملة الفعلية للآلة بالعلاقة التالية:

$$P_h = (P_a \times K_a)$$

حيث أن P_h الاستطاعة النظرية للمحرك الكهربائي و P_a الاستطاعة العاملة الفعلية و K_a ثابت الضغط على المحرك ويعتمد على إبعاد المحرك (لآلات الغزل K_a = 1.15)

ويكون **العزم النظري للمحرك:**

$$M_h = P_h / \omega$$

وبالتالي يمكن كتابة:

$$\left[M_h = \frac{P_h}{\omega} = \frac{(P_a \times K_a)}{(2\pi\, n \div 60)}\right]$$

عندما يدور محرك كهربائي لآلة غزل حلقي 1400 دورة في الدقيقة وتكون استطاعته الكلية 500 وات وعلى اعتبار ثابت الضغط على المحرك ka=1.5، يكون العزم النظري هو :

$$M_h = P_h / \omega = (P_a \times K_a) / (2\pi\, n \div 60) = 750 / 146.608 = 5.115\ N.m$$

4-8- موازنة الآلات (Balancing of Machinery)

يحدث عدم الاتزان في الآلات بشكل عام نتيجة للتوزيع غير المتكافئ للوزن الدوار حول محور دورانه مما يؤدي إلى قوة اهتزازية وقوى طرد مركزي، وبالتالي انخفاض متوسط العمر للأجزاء الحاملة، وكما تسبب الضجيج وانخفاض جودة المنتج وزيادة منخفضة بمصروف الطاقة وحدوث التعب في بعض الأجزاء للآلة.

أثناء تصنيع الآلات يجب تخفيض المسامية وعيوبها في العنصر خصوصا في الأجزاء المصنعة بالسكب وتحقيق التمركز للأجسام الدوارة، بالإضافة إلى أن الأجزاء المركبة على محور الدوران قد تسبب اهتزازات نتيجة عدم تمركزها أو الخلوصات أو وجود شقوق أو تشوه على محور الدوران مما يسبب عدم توازن الآلة وعدم توازن تأثير الحمل على العناصر وتشوه المحاور وانحنائها والتآكل والاهتراء للعناصر وتغيرات في المحاور الهندسية وتمركزها. لتجنب التأثير الضار للاهتزازات على عمل الآلة يجب التأثير في قوى العطالة المتنقلة إلى هيكل الآلة عن طريق إدخال تعديلات على الخواص الكتلية للآلة بحيث تنعدم قوى العطالة غير الموازنة أو تبقى ضمن الحدود المسموح بها وذلك بإضافة كتل أو إزالة كتل من الجسم الدوار كما في اسطوانة اللف المخددة المبينة في

الشكل 4-16 عن طريق إجراء ثقوب في طرفي الاسطوانة لتحقيق التوازن . بالنسبة للمحاور الدوارة لابد من موازنتها للحد من الحمولات الزائدة على المحاور والتخفيف من الاهتزازات الضارة والحد من ضجيج الآلة وتحسين وثوقية وأداء الآلة. لاهتزازات السرعة الزاوية ضرر كبير للآلة وتدني دقة التشغيل كما في انقطاع الخيوط في المغازل. يجب أن تكون سرعة دوران العنصر القائد ثابتة في الحركة غير المنتظمة للآلات، ولكن بسبب اختلاف قانون الحركة الحقيقي عن قانون الحركة المثالي المطلوب فهذا لا يتحقق إلا في حالات قليلة. يعبر عن الدوران غير المنتظم بمعامل يسمى درجة عدم الانتظام (σ)، والذي يعبر عن تقلبات وتذبذبات السرعة الزاوية للعنصر القائد (ω_{max} و ω_{min}) أثناء دورة العمل بالنسبة للقيمة الوسطية ($\overline{\omega}$) وتعطى بالعلاقة:

$$\sigma = \frac{\omega_{max} - \omega_{min}}{\overline{\omega}} = \frac{2\,(\omega_{max} - \omega_{min})}{(\omega_{max} + \omega_{min})}$$

وتأخذ درجة عدم الانتظام قيم متفاوتة من أجل الآلات المختلفة ومن أجل آلات الغزل بين 1/60 إلى 1/100. يعمل في الحالة المستقرة الكثير من الآلات في ظروف دوران منتظم مطلق للعنصر القائد ويتم العمل على تخفيض حدود التغيرات وبالتالي قيمة درجة عدم الانتظام إلى أقل ما يمكن، علما أنه لا يمكن التخلص بشكل تام من تغير السرعة الزاوية. إن قوة الطرد المركزي للروتور في آلة الغزل التوربيني على المحامل يسبب اهتزازات تعتمد على السرعة وكتلة الروتور وصلابة الجسم الدوار، يمكن تقدير عدم التوازن بالعلاقة : $(U = M \times A/\omega^2)$

حيث M كتلة الروتور و A هو التسارع و ω السرعة الزاوية للروتور.

شكل 4-16

4-9- تطبيقات عملية (Practical Examples)

4-9-1- احسب القدرة اللازمة لتشغيل أسطوانة الكرد

(Calculating the Power Required to run The Carding Machine)

حالة 1: أسطوانة آلة كرد تدور 180 دورة بالدقيقة وطاقتها الحركية 35000 جول عندما تصل عدد دورات السير إلى 130 دورة للعمود، وبفرض الطاقة الحركية هي الطاقة الكلية للآلة ، تحسب القدرة اللازمة لتشغيلها لسرعة 180 دورة بالدقيقة والوقت اللازم للتوقف انطلاقا من المعطيات المعطيات:

K_E = 35,000 joules, N_1 = 180 rpm ،ω_0=18.84 rad/s, N_2 = 0, ω=0

عدد دورات الآلة لتتوقف: T= 130 rev = 130 × 2π = 816.81 rad

$\omega = \omega_0 + \varepsilon t$

$0 = 18.84 + \varepsilon t$

$\varepsilon t = -18.84$

$\theta = \omega_0 t + (1/2)\ \varepsilon t^2$

$816.81 = 18.84t + (½)\ (-18.84)t$

$816.81 = 18.84t - 9.42t$

T = 86.71 s

تكون الطاقة المختزنة من أجل 130 دورة هي 35000 جول وبالتالي الطاقة المختزنة لدورة واحدة:

$E_{K\ rev}$ =35,000/130= 269.23 joules

وعدد الدورات في ثانية واحدة:

n_{rev} =180/60= 3 rps

وتكون الطاقة المختزنة في ثانية واحدة:

$E_K = E_{K\ rev} \times n_{rev}$ = 269.23 × 3= 807.69 joules

حالة 2: تم فصل أسطوانة آلة كرد عن آلية توصيل الحركة الخاصة بها وعن بقية أجزاء آلة الكرد لتتمكن من الحركة الحرة، لفحص احتكاكية المحامل. تم لف حبل حول نظام رفع بكرة معلق بالسقف ومعلق بوزن 20 kgf و يسمح لهذا الوزن ليسقط من ارتفاع 3 متر للأرض خلال 9 ثواني، وتستخدم لتدوير الاسطوانة دورة ونصف حتى يصل الوزن للأرض وتستمر الاسطوانة بالدوران 7 دورات أخرى لتتوقف. **سيتم دراسة الطاقة الحركية للوزن عند وصوله الأرض وللاسطوانة أيضا:**

$u = 0, t = 9\ s, s = 3\ m$

حساب التسارع:

$s = ut + (½)\ At^2$

$3 = 0 + (½)\ A(9)^2$

$A = 0.074\ m/s^2$

حساب السرعة:

$v = u + At = 0 + 0.074\ (9)$

$v = 0.666\ m/s$

الطاقة الحركية المكتسبة حتى يصل الجسم للأرض:

$E_K = (½)\ mv^2 = (1/2) \times (20/9.81) \times (0.666)^2 = 0.45\ J$

الطاقة الكامنة خلال عملية السقوط:

$E_P = m.g.h = (20/9.81) \times 9.81 \times 3. = 60\ N.m\ (or\ J)$

الطاقة المنقولة للاسطوانة تساوي الطاقة الكامنة مطروحا منها الطاقة الحركية عند الوصول للأرض:

$E = 60 - 0.45 = 59.55\ J$

الطاقة المفقودة خلال دورة واحدة: $E_{rev} = 59.55/\ (7 + 1.5) = 7.01\ J$

الطاقة الكلية المفقودة بالاحتكاك: $E_F = 7.01 \times 1.5 = 10.51\ J$

الطاقة الفعلية المنقولة للاسطوانة: $E_{act} = 59.55 - 10.515 = 49.035\ J$

حالة 3: عندما تدور الاسطوانة **في الحالة 2** بسرعة عادية (3 دورات بالثانية) وبفرض إهمال مقاومة الاحتكاك في المحامل غير المتحركة خلال الشروط السابقة، وعلى اعتبار المعطيات ($u = 0, t = 9s, S = 1.5\ rev$) يكون لدينا:

$S = ut + (1/2)\ at^2$

$1.5 = 0 + (1/2)\ a\ (9)^2$

$a = 0.037\ rev/s^2$

$V = u + at = 0.333\ rev/s$

وبشكل عام تعتبر الحركة سلبية إذا كانت جهة الدوران مع جهة دوران عقارب الساعة وتكون موجبة إذا كانت جهتها عكس جهة دوران عقارب الساعة.

4-9-2- آلية قيادة الفلاتس بواسطة جنزير في آلة الكرد

(Driving the Flats by Chain in Carding Machine)

يبين الشكل 4-17 آلية قيادة الفلاتس بواسطة جنزير في آلة الكرد، وهنا ستكون السرعة المنقولة باستخدام المسننات الدودية هي:

$$2\ r = 1.5\ in = 0.038\ m$$

$$V_R = \pi \times \left[\left(\frac{13}{\frac{1}{32}}\right) \times \left(\frac{1}{56} \times 16\right)\right] \times \frac{0.038}{60} = 0.24\ m/s$$

وباعتبار المردود 10% والقوة المطلوبة 35.5 (N) ليتم تطبيقها على الذراع الخاص ببكرة القيادة لتحريك الفلاتس:

$$P = Q \times \eta = 35.5 \times 0.1 = 3.35\ N$$

$$\frac{W}{P} = V_R / \rightarrow W = P \times V_R = 0.24 \times 3.35 = 0.8\ \ watt$$

شكل 4-17: قيادة جنزير الفلاتس في آلة الكرد

الفصل الخامس

5- آلات الخلط والفتح والتنظيف وصنع الملفات
Blow Room Machines

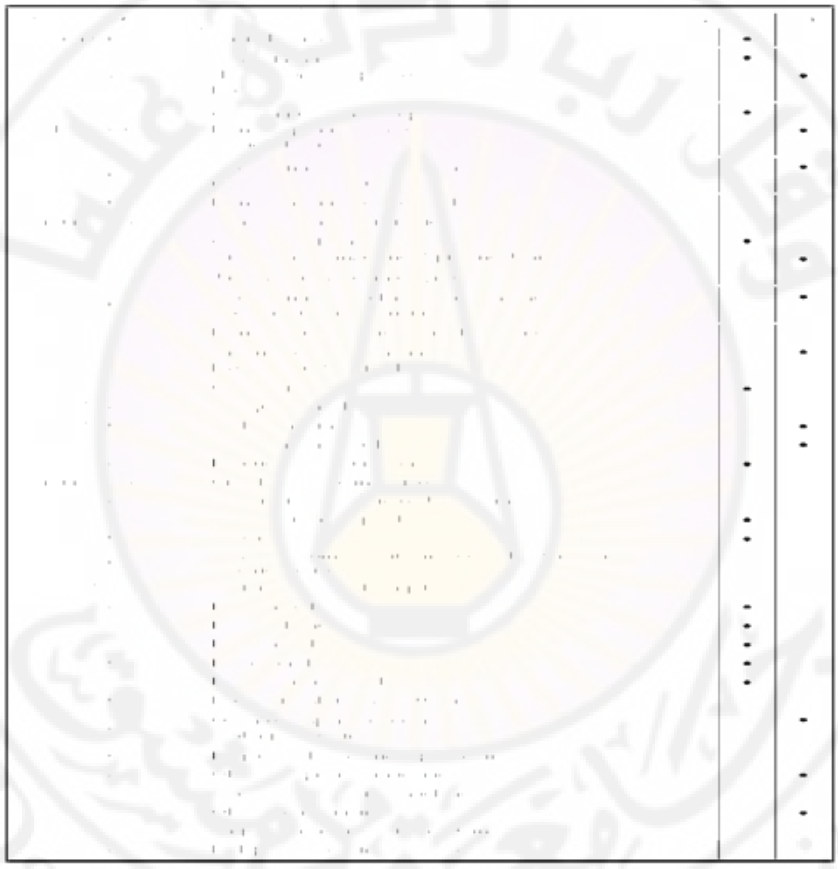
5-1- مقدمة(Introduction)

تعتبر مرحلة الفتح والخلط والتنظيف أولى عمليات الغزل التي تخضع لها المادة الأولية وتهدف إلى تخفيف وزن الوحدة الحجمية للقطن وتقسيم الكتل القطنية الكبيرة في البالات إلى ندفات صغيرة نظيفة بوزن (1.5–9) gf. ولابد من التطرق لتطور الغزل المرافق للمواد الأولية التقليدية والجديدة وطرق انتاجها والاطلاع على التسلسل الزمني لتطور أنظمة الغزل والنسيج كما يبين الجدول 5-1. بشكل عام تنخفض الكثافة الحجمية للقطن بشكل تقريبي من 0.30–0.70 (g/cm^3) في البالة إلى 0.1 (g/cm^3) في آلة المزج (خط الفتح والتنظيف) وفي براميل الشريط وتصبح 0.25–0.35 (g/cm^3) في بكرة المبروم، أما في الخيط الناتج تصبح حوالي 0.50 (g/cm^3). يمكن توزيع تكلفة إنتاج الخيط في خط إنتاج الخيوط المسرحة إلى 60 % في قسم الغزل و12% في قسم البرم و4 % في قسم السحب و13% في قسم الكرد و11% في قسم الفتح والتنظيف. يجب التعرف على المواصفات الواجب توافرها في الأقطان لمراقبة جودة المواد الناتجة عن خط التفتيح والتنظيف مع الأخذ بعين الاعتبار العيوب التي يحتمل ظهورها وأسبابها ووسائل علاجها وما علاقتها بميكانزمات الآلة وكيفية ضبطها، مثل نسبة الشوائب في القطن الناتج ودرجة التفتيح للشعيرات وانتظام كثافة الخصل القطنية في الملف ونسبة الرطوبة المسموح بها وهي مواضيع تكنولوجية تدرس في تكنولوجيا الغزل.

تتم عملية تقسيم القطن المحلوج و المضغوط في البالات (شكل 5-1) لشعيرات منفصلة ويتم تنظيفها من الأوساخ بطرق يدوية أو ميكانيكية أو بطرق آلية، **في الطريقة اليدوية يتم** يدويا نزع كمية قليلة من كل بالة وتوضع على حصيرة التغذية التي تنقل القطن إلى

الخلاط لتفتيح القطن لأجزاء صغيرة ثم يتم سحبها وتجميعها بواسطة تيار من الهواء عبر أنابيب إلى صناديق التوزيع، ويتم شفط الغبار عن طريق مروحة إلى منطقة تجمع الغبار ومن ثم ينتقل القطن إلى آلات التفتيح.

جدول 5-1: تسلسل التطبيق الزمني لأنظمة الغزل والمواد الأولية للغزل والنسيج



و هناك عدة طرق ميكانيكية، إما أن توضع البالات على سيور تتحرك حركة أمامية خلفية ترددية وتحتها يوجد اسطوانات أبرية تسحب كميات معينة من القطن والتي تسقط بدورها على حصيرة التغذية التي تنقل المادة إلى مروحة شفط الهواء ثم إلى آلة التفتيح. أو توضع البالات على سير يدور بشكل دائري ويدور فوق مجارٍ مجهزة بأدوات لحسب

كميات قليلة من القطن من كل بالة لتسحب إلى صندوق مغذي وتشفط هوائيا إلى آلة التفتيح.



شكل 5-1: حلج وفتح وتنظيف الأقطان

في الطرق الآلية، تعمل آلات التفتيح الاتوماتيكية بثلاث أساليب لأخذ القطن:

- **من جانب البالة:** وهي نادرة الاستخدام حيث يتم اخذ القطن من جانب البالة.
- **من أسفل البالة:** تكون فيها كميات القطن المأخوذة من كل بالة غير متساوية حيث توضع البالات على شبكة قضبان معدنية مربعة الشكل لتسقط على سير الخلط والذي يمر من أسفل مقاطع البالات، وهنا يأتي دور العربة الحاملة لاسطوانات التفتيح ذات أسنان النزع والمتحركة بمحرك كهربائي. في الجانب الأخر للقضبان يوجد مسننات جنزيريه تدور بالاتجاهين لتحرك البالات بالاتجاهين ليسحب القطن الموجود تحت القضبان إلى اسطوانات التفتيح. يوجد آلية مراقبة لتحديد أوضاع البالات النهائية وهناك حساس على الشبكة المعدنية يراقب وزن البالات وعند انخفاض الوزن يعطي الحساس إشارة إلى المحرك الكهربائي الذي يدفع صفيحة محملة ليتم الضغط على البالات والمحافظة على قيمة ثابتة للضغط على البالة خلال عمل الآلة.
- **من أعلى البالة:** تعتبر من الطرق الالكترونية المبرمجة الحديثة و الأكثر شيوعا وجودة، حيث تقوم بأخذ القطن من أعلى البالة بكميات متساوية من كل بالة ويتوفر بالآلة حساسات متعددة لكشف الأخطاء وتلافيها والتي سيتم شرحها بالتفصيل لاحقا.

5-2- أجزاء خط الخلط والفتح والتنظيف (Parts of Blow Room Machines)

تكون آلات خطوط الفتح والتنظيف الحديثة مختلفة بالتصميم والأبعاد وكمية الإنتاج وغير ذلك من العوامل ولكنها متشابهة من حيث العملية التكنولوجية. يتكون خط الفتح والتنظيف الحديث من عدة آلات و تجهيزات مساعدة تبعا للشركة الصانعة. تتكون احد الخطوط لشركة تروتشلر من فاتح بالات(BDT), فاصل الأجسام والمواد الغريبة متعدد الوظائف (AFC)، آلة مزج بعدد (8-10) حجرات خلط (MM10) مدمجة مع مضرب تنظيف وتفتيح بثلاث اسطوانات تفتيح 1(CVT3), خزان تجميع, مضرب تنظيف وتفتيح بثلاث اسطوانات تفتيح 2(CVT3) مع فاصل جزيئات الغبار(SP-DX) . لكل آلة في خط الإنتاج لوحة تعريف مثبتة على الإطار الخارجي للآلة تتضمن نوع الآلة ورقم النموذج والرقم المتسلسل وسنة الصنع. يبين الشكل 5-2 مثال عن المكونات الميكانيكية لخط الفتح والتنظيف لإنتاج غزول قطنية، ويوضح الشكل 5-3 حالات مختلفة لخط فتح وتنظيف وخلط العوادم، في الحالة (1) خط فتح وتنظيف بطريقة الخلط العشوائي و في الحالة (2) خط فتح وتنظيف بطريقة الخلط المنتظم.

شكل 5-2:المكونات الميكانيكية لأحد خطوط الفتح والتنظيف



شكل 5-3: حالات مختلفة لخط فتح وتنظيف العوادم

وقد لعبت آلة التفتيح العمودية التقليدية دورا كبيرا في مصانع الغزل القديمة ليتم الاستغناء عنها في المصانع الحديثة بالات متطورة وذات جودة أعلى، آلة التفتيح العمودية هي عبارة عن قفص مخروطي بداخله صحون ذات الشفرات بزوايا مختلفة مثبته على محور عمودي ومفصولة عن بعضها بواسطة حلقات اسطوانية مما يساهم بنقل القطن المندوف بشكل حلزوني للأعلى. بعد أن تدخل المادة من فتحة في أسفل الجهاز، تعمل الشفرات على تفتيح المادة وتنظيفها لتخرج من المسافات الضيقة بين القضبان تحت تأثير قوة الطرد المركزية وبطريقة عمل لا تسمح للقطع الكبيرة غير المتفتحة بالصعود للأعلى، تكون السرعة الخطية ($v=\omega.r$) للأقراص العلوية اكبر منها للسفلية نتيجة اختلاف الأقطار. تقليديا، كان خط الفتح والتنظيف وصنع الملفات منفصلاً عن مرحلة الكرد، أما الآن فقد تم الاستغناء عن آلية صنع الملفات والاستعانة بالتغذية الشلالية لآلات الكرد.

شكل 5-4: آلة التفتيح العمودية

5-2-1- فاتح البالات الأوتوماتيكي -المغذي الأوتوماتيكي (Bale Opener)

بعد وضع البالات (حتى 180 بالة)، يقوم فاتح البالات الاتوماتيكي بتحديد بداية ونهاية البالات وقياس ارتفاع البالات وحساب متوسطها ليتم تسوية البالات، وبعد ذلك تنخفض الآلة مسافة محددة وتبدأ العمل. يزود فاتح البالات الاتوماتيكي بحاسب للتحكم بكل الآلة عن طريق مجموعة من الحساسات و المحركات. يتحرك الفاصل على طول سطح البالات وعندما تكون حساسات تنظيم نزع الطبقة القطنية حُرّة (خلايا ضوئية على الرأس الفاصل) يتحرك الرأس الفاصل باتجاه الأسفل، وعندما يكون الحساس الضوئي محجوباً يتحرك الرأس للأعلى. يتم حفظ الارتفاع اللحظي للفاصل والذي يتطابق مع ارتفاع البالات في نظام التحكم خلال فترة قصيرة بعد المرور الأول (شكل 5-5)، حيث يتم حساب القيم الرئيسية لارتفاع البالات والتي تشكل أساس العملية ويقوم نظام التحكم بإعطاء أوامر للفاصل بالارتفاع أو الانخفاض، يبين الشكل 5-5 أبعاد ووزن البالة الموافق للمواصفة ((E) ISO-1986). لابد من معرفة خصائص كل مكون من مكونات خلطة القطن للحصول على المواصفات المطلوبة، لحساب النعومة النظرية F_b (micronaire) لعدد n من مكونات الخلطة، وباعتبار أن نسبة وزن كل مكون من مكونات الخلطة P و نعومة كل مكون F معلومة، يمكن كتابة المعادلات التالية:

$$F_b = \frac{W_t}{\frac{W_1}{F_1} + \frac{W_2}{F_2} + \ldots + \frac{W_n}{F_n}} = \frac{Wt}{\sum_1^n \frac{W}{F}} \quad ، \quad F_b = \frac{100}{\frac{P_1}{F_1} + \frac{P_2}{F_2} + \ldots + \frac{P_n}{F_n}} = \frac{100}{\sum_1^n \frac{P}{F}}$$

حيث أن (W_t) هو الوزن الكلي للخلطة و (W) وزن كل مكون و (F) نعومة كل مكون.

شكل 5-5: أبعاد البالة وحركة الرأس على البالة مع تغير الارتفاع

تحمى منطقة العمل بواسطة حساسات (حواجز) ضوئية حيث يتم تفعيل نظام العمل أوتوماتيكيا من أجل منطقة العمل بفواصل، وتحمى منطقتي العمل معاً في وقت واحد بواسطة حاجز الأمان الضوئي(شكل 5-6). كل أبواب الآلة مجهزة بأقفال ويمكن فتحها فقط بمفتاح خاص, عندما تفتح هذه الأبواب تفرمل كل الحركات مباشرة حتى التوقف التام وتتوقف الآلة. توضع البالات في منطقة العمل المحددة وينخفض الجزء الفعال من الآلة بحيث يتحرك فوق مستوى سطح البالات، يحتوي الرأس على اسطوانة مضرب تتحرك فوق البالات بحركة ترددية حيث يمسح سطح البالات من أولها إلى أخرها وفي كل مشوار ذهاب ينخفض الرأس قليلا للأسفل بشكل آلي ومعير حتى تنتهي كامل البالات. بعد أن تنتهي من الطرف الأول تلامس حساساً موجوداً على السكة (في بدايتها ونهايتها) ويتم توقف الآلة ويرتفع الرأس نحو الأعلى ثم يدور بزاوية 180 درجة إلى الطرف الثاني (يدوي أو آلي) بحركة مستقيمة ترددية، يمكن استخدام عدة مجموعات من البالات في كلا الجانبين أو فقط في جانب واحد من المسار (شكل 5-7).

شكل 5-6

شكل 5-7: توضع البالات وحركة الرأس

أهم مكونات الآلة هو البرج المبينة أجزاؤه الرئيسية العاملة في الشكل 5-8، يتوضع البرج على عربة النقل المكونة من إطارات ومحرك تحريك العربة عن طريق

مجموعة من السيور (شكل 5-9)، يستمد الرأس الحركة من محرك كهربائي مستقل لتمر الأقطان عبر القناة ومنها إلى السير. يشكل نظام قناة الشفط أساساً لنقل الأقطان ويتكون من القناة والمسارات والمعابر وقناة دليل لسلسلة التجهيزات الكهربائية (شكل 5-10)، تثبت إحدى نهايتي غطاء سير نقل المواد إلى محطة الشفط، يتم اخذ كميات متساوية من البالات بواسطة حساسات لتنظيم نزع الطبقة القطنية وتنزلق شبكة القضبان المتصالبة فوق سطح البالات حيث تقوم بأخذ المواد من حلقات الأقراص المسننة للروليات وتمنعها من الرجوع. تدور الاسطوانات الداعمة على الحد الخارجي وبشكل سريع ومتطابق مع سرعة العربة حيث تنتزع أسنان أقراص اسطوانات التفتيح المسننة الدائرة بشكل متعاكس الخصل من سطح البالات وتشفط إلى الأعلى بواسطة تيار الهواء الذي يقوم بنقلها عبر المجرى، وتقوم المروحة أو المكثف اللاحق (المغذي القمعي) بشفط الخصل من خلال جهاز الشفط الداخلي ومجرى قناة الشفط بواسطة الضغط المطبق من قبل نظام الشفط كما يبين الشكل 5-11.

شكل 5-8: أهم مكونات الآلة

شكل 5-9: عربة النقل

شكل 5-10: قناة الشفط

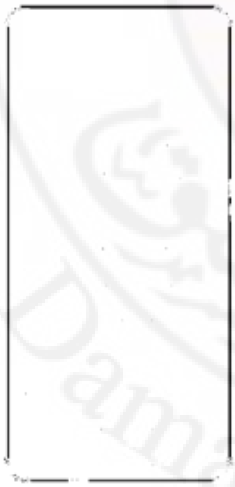


شكل 5-11: أجزاء رأس مفتح البالات الرئيسية

تُدار المروحة الرئيسية الخاصة بشفط الهواء ورفع المواد بمحرك متغير الاستطاعة بما يناسب المواد المصنعة ومواصفات الخيط المنتج ويجب أن تكون صيانة وخدمة كافة التجهيزات سهلة وذات كلفة منخفضة. فمثلاً احتواء اسطوانة التفتيح على سكاكين قابلة للفك والتركيب بشكل مستقل هو أفضل من اسطوانة مخروطة السطح ذات سكاكين مدمجة تتطلب صيانتها إما تبديل الاسطوانة بالكامل أو القبول بتدني جودة تفتيح الشعيرات والغزول المنتجة. يزود الرأس العامل بنظام إطفاء الحريق بغاز CO_2 حيث يتألف هذا النظام من جهاز تحكم وعبوة إطفاء مع آلية إطلاق خطوط الأنابيب وخراطيم الوصل وكاشفين شرارة على يمين ويسار قمع الشفط وفوهتين للإطفاء في الرأس العامل.

5-2-2- المازج الأولي -الخلاط المغذي (Blending Feeder)

يتوضع المازج الأولي (شكل 5-12) بعد فاتح البالات الأوتوماتيكي في خط الإنتاج، يمكن تغذية كل من فاتح البالات والمازج الأولي بواسطة اليد وذلك بواسطة طاولة التغذية. بعد انتهاء آلية نزع القطن وتفتيحه، ينتقل القطن إلى منظف العالي التكثيف أو المغذي القمعي المكون من (منظف – صندوق تجميع – اسطوانات توريد – حصيرة تغذية – حصيرة عمودية – اسطوانة تفتيح). تمر الأقطان عبر المنظف عالي التكثيف ومنه إلى صندوق التجميع بعد أن تقوم المروحة بعملية شفط المادة الأولية من مفتح البالات الاتوماتيكي ودفعه عبر الأنابيب إلى حجرة الغبار والتي يتم فيها تنظيم التغذية إلى الآلة بواسطة درفيل التغذية والخلايا الضوئية. تقوم حصيرة التغذية بنقل المادة باتجاه الحصيرة الأبرية المائلة (الحصيرة المسمارية) ذات السرعة الأكبر من سرعة حصيرة التغذية، حيث تتناول الشعيرات وتنقلها إلى الأعلى باتجاه المضرب بواسطة الأبر الموجودة على الحصيرة الأبرية المائلة، يدور المضرب بسرعة عالية بعكس اتجاه حركة الحصيرة الأبرية حيث يقوم بتنظيم طبقات المادة وتتجه الشعيرات باتجاه الخزان المنظم الذي يعمل بطريقة الوزن المحدد حيث يتم فتحه عند الوصول إلى الوزن المطلوب.



شكل 5-12: الأجزاء الرئيسية للمازج الأولي

يبين الشكل 5-13 عدة أنواع من المضارب حيث يستخدم في آلة التنظيف المضارب الشوكية (السكينية) والمضارب ذات الصفائح والمضارب الأبرية. تعطى الفترة

الزمنية بين الضربات لصفيحتين متجاورتين بالعلاقة ($T = \frac{60}{a \cdot n}$ sec) حيث إن (n) عدد دورات المضرب و (a) عدد الصفائح (المضارب). وإذا وجدت قوة آيروديناميكية موجّهة على طول محور دوران الجزء الفعّال (المضرب)، فإن خصلات القطن تبدأ بالحركة بمسار لولبي . تقسم المنظّفات إلى نوعين إما بحركة خصلات القطن عمودياً على محور الجزء الفعّال (المضرب) ، أو بحركة خصلات القطن بمسار معقّد.

إن ندف المادة المفصولة عن الخصلة بواسطة ضربات المضارب تقذف بالقوة الطاردة المركزية على الحصيرة المضلّعة وتصطدم بها، تقذف الأوساخ غير المتماسكة من خلال الفتحات من بين الأضلاع تحت تأثير قوة الطرد المركزية التي تعطى بالعلاقة $\left[C = m.R.\omega^2\right]$ حيث إن m كتلة الأوساخ والشوائب و R نصف قطر الدوران و ω السرعة الزاوية لجهاز الضرب، يسقط قسم كبير من الشعيرات القصيرة جداً من خلال الفتحات بين أضلاع الحصيرة المضلّعة (شكل 5-13).



شكل 5-13: الأشكال المتعددة للمضارب

5-2-3- فاصل الأجسام المعدنية (Metal Separator)

يؤمن جهاز كشف الأجسام المعدنية والشرار الحارق تفريغ الأنبوب من الشعيرات التي تحوي على الأجسام المعدنية الغريبة في صندوق خارج الخط الإنتاجي وإطفاء أوتوماتيكي للشرر المكتشف ضمن الشعيرات المستبعدة بفضل حساس كشف الشرر مثل نظام COMBO shield، تتضمن الأنظمة التقليدية ثلاث وظائف تنجز بواسطة جهازين

مستقلين، الأول لكشف الأجسام المعدنية ونزعها ، والثاني لكشف الشرار وتوقيف خط الإنتاج ولكنه غير مضمون لحالة الكثافة العالية للشعيرات المنتقلة هوائياً ضمن الأنابيب، يمر القطن على حساس الشرارة ثم على حساس المعادن ومن ثم إلى فاصل الأجسام الغريبة ليتابع مسيره للأعلى باتجاه منظف ومفتح القطن، و يتابع القطن مسيره إلى أنابيب التغذية ثم إلى اسطوانات التنظيف والتفتيح ليتم التخلص من الشوائب والأوساخ التي تذهب إلى صندوق نفايات القطن، وينقل القطن بعد ذلك إلى الخلاطات. يحمي حساس كشف الحريق المادة الأولية من الاحتراق وذلك بإرسال إشارة مباشرة إلى لوحة التحكم والتي تقوم بفتح لوحة الفصل، أي تتجمع المواد جميعها في ناقل النفايات ذي العجلات وبالتالي يتم إيقاف تغذية المواد إلى الآلة التالية حتى يتم إطفاء الحريق.

تزود بعض الآلات بحجرة خاصة لتجميع المواد ويضخ فيها غاز ثاني أكسيد الكربون لإطفاء الحريق. تم تجهيز الآلة أيضا بحساس المعادن الذي يقوم بحماية المادة الأولية من دخول الأجزاء المعدنية إليها، ويتألف من وشيعة تحيط بأنبوب نقل المواد ولوحة إلكترونية مركبة في وحدة التحكم. في حال وجود أجزاء معدنية في المادة الأولية يتم إرسال إشارة إلى اللوحة الإلكترونية التي تعالج الإشارة من خلال نظام التحكم، و ترسلها إلى لوحة الفصل ليتم فتحها وتجميع المواد في ناقل المواد ذي العجلات وإيقاف تغذية المواد. تزود كل الأبواب بأقفال ذات مفاتيح خاصة, بالإضافة إلى مفاتيح الأمان.

شكل 5-14: فاصل الأجسام الغريبة

يقوم لاقط القطع المعدنية المغناطيسي في الأنابيب بالتقاط الأجسام المعدنية قبل الانتقال إلى مراحل الفتح والتنظيف اللاحقة (شكل 5-15)، إن استخدام مصافي الغبار

يساعد على تنقية الهواء وإعادته إلى غرفة الفتح والتنظيف بواسطة مصافي الهواء حيث يدخل الهواء الحامل للأوساخ إلى داخل المصافي ويخرج تاركا الأوساخ والغبار في داخلها وبالتالي يجب تنظيف المصافي باستمرار. تصمم الموزعات الهوائية للتوزيع المنتظم لكتلة الشعيرات وملء خزانات آلات الضرب والتفتيح والمغذيات الاحتياطية بالشعيرات، يبين الشكل 5-16 مثال عن مخطط التركيب للموزعات.

مصافي الغبار لاقط القطع المعدنية

شكل 5-15

شكل 5-16: الموزعات الهوائية للشعيرات.

يحسب ضياع الضغط على الاحتكاك في الأنابيب الدائرية بالعلاقة:

$$R = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{V^2}{2g} \cdot \gamma$$

حيث إن (L) طول الأنابيب(م) و (d) قطر الأنابيب (م) و (V) سرعة الهواء (m/s) و (λ) معامل الاحتكاك الهيدروليكي و (γ) الوزن النوعي للهواء (Kg/m^3) و (g) تسارع الجاذبية الأرضية (m^2/s).

وعند انتقال الهواء المحمّل بالقطن في الأنابيب يزداد ضياع الضغط أكثر من الضياع في حال هواء فقط بالمقدار:

$$R_{cm} = R(1 + K\mu.)$$

حيث إن (K) معامل تجريبي يتعلق بشكل المادة المنقولة بالهواء وبسرعة الهواء وبقطر الأنبوب وبعوامل أخرى و (μ) الكثافة الكتلية للمادة المنقولة (كغ/ كغ هواء).

عند (μ= 0.1-0.5) للقطن فإن K = 1.44 – 2.08 وإن ضياع الضغط في بدء تسارع المادة المنقولة:

$$H_{gcv} = \frac{K_p . V_M^2 .}{2g} \gamma . \mu$$

حيث إن (K_p) معامل تجريبي

و (μ) الكثافة الكتلية و (V_M) السرعة الوسطى للمادة المنقولة في الأنابيب عند الحركة المستقرة m/s ($\approx$ 90% من (V) سرعة الهواء).

وإن ضياع الضغط على رفع المادة المنقولة في الانايب بمقدار h هو:

$$H_{noo} = \frac{g_m . h}{L}$$

حيث إن (g_m) وزن المادة المنقولة (كغ/ساعة) و (L) حجم الهواء المتدفق في الأنبوب ($م^3$/سا). يعطى معامل الاستفادة من المروحة η_M (المردود) عندما يمر بها القطن بالعلاقة:

$$\eta_M = \frac{\eta}{1 + K_1 \mu}$$

حيث إن (η) مردود المروحة عندما يمر بها هواء فقط و (K_1) معامل تجريبي (للمراوح الساحبة للغبار K_1=1). تزداد خاصية الأنبوب بالسماح بالمرور بزيادة قطر الأنبوب وسرعة الهواء ولضمان استمرارية وفعالية النقل ينصح بأخذ التركيز ألوزني 40% من قيمته العظمى على نهاية الخط (الانسداد).

5-2-4- آلة التنظيف والتفتيح المحورية (جهاز التفتيح، X Flue):

آلة ذات مضربين لتفتيح القطن وتحوي مضرباً (إكس فلو) مثبتاً بشكل جيّد ويقوم بتنظيف خصل الألياف من الشوائب والأوساخ وايضا بتفتيحها. يتم في هذه الآلة فصل جزيئات العوادم الخشنة وإزالتها بواسطة المضارب (شكل 5-17)، تثبت السكاكين بشكل لولبي على الاسطوانتين حيث تدور الأولى بسرعة 800 دورة بالدقيقة والثانية 900 دورة بالدقيقة، تصطدم ندفات القطن بالاسطوانتين متساويتي الأقطار للوصول بالندف إلى وزن يسمح لقوة التيار الهوائي إن يأخذها للمخرج. تفصل مصفاة المضرب قسم التنظيف في المضرب عن نظام امتصاص العوادم، كما أنه يزيل اختلافات الضغط في الآلة وأيضاً التقلّبات في كفاءة التنظيف. عند دخول الأقطان تبدأ بالاصطدام بأصابع إحدى المضربين أما من جهة اليمين أو اليسار وتتصاعد الأقطان إلى الأعلى بواسطة القوى الطاردة المركزية والشفط الهوائي إلى فتحة الخروج ،أما الندفات الثقيلة التي لا يتمكن الشفط الهوائي أن يحملها فتسقط على احد المضربين لتجري عليهما عملية التفتيح ثانية و يكون مسار الندفات حلزونياً، أما الشوائب فتخرج من فتحات قضبان التصفية إلى غرفة العوادم عن طريق جهاز شفط الهواء. تقوم مروحة الشفط بشفط الأقطان وتعمل على إزالة الأوساخ من الأقطان ما أمكن وينتقل القطن النظيف إلى الخلاطات.

شكل 5-17:مضرب (x) فلو

5-2-5- خلاط الحجرات (Blending Unit)

الخلاط (شكل 5-18) هو عبارة عن عدة حجرات حسب نوع الآلة، مهمتها زيادة الخلط والتجانس بين الشعيرات، في كل حجرة يوجد روليتان للتغذية ومضرب تفتيح. كل حجرة تصل إنتاجيتها إلى 300 كغ/سا وإنتاجيتها العظمى حتى 1000 كغ/سا، تكون جوانب البوابة لكل حجرة مثقبة وذلك للسماح بخروج الهواء من الحجرة عندما تمتلئ بالقطن فيسبب ذلك ارتفاع ضغط الهواء الذي يقاس بواسطة مقياس مثبت على الخلاط، وعندما يصل هذا الضغط إلى قيمة معينة تغلق البوابة وتفتح البوابة التالية لكي يتم ملء الحجرة التالية، بالتوالي ابتداءً من آخر حجرة وانتهاءً بأول حجرة ويتم التفريغ بشكل آني، يحقق خلاط الحجرات المزج الجيد لخصل الأقطان بحيث تصبح متجانسة ومنتظمة. من أهم الاعتبارات التي يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار هي تحسين الاقتران والازدواج المباشر للمنظف والمازج، وان تكون أحجام غرف المزج مضبوطة من أجل أي تطبيق، وان يمكن التحكم بعملية المزج وكميات الإنتاج لتحقيق التجانس المطلوب، وتحسين جودة المنتج النهائي من خلال تحسين عملية المزج والتحكم في خلاط الحجرات.

في الشكل 5-18، تتحرك المادة الأولية باتجاه خزان التجميع عن طريق أنابيب شفط الهواء القادم من مروحة شفط، حيث يتم توزيع المادة الأولية القادمة من البلاندوم إلى مضرب الخلط والتفتيح ثم إلى خزان التجميع، على عدة حجرات في هذه الآلة تتسع لكمية جيدة من المادة الأولية، وهذا يعني أن لخزان التجميع مهمتين أساسيتين هما خلط المادة الأولية وتأمين تغذية مستمرة بدون انقطاع إلى مرحلة الكرد. يمر الهواء الناقل والمليء بالغبار عبر الصفائح المثقبة إلى حجرة هواء العوادم وينتقل القطن إلى اسطوانات التفتيح بواسطة اسطوانات التوريد التي تقوم بسحب المواد من الحجرات لتنتقل إلى أسطوانات الفتح التي تقوم بتفتيح الشعيرات. تنتقل المواد من ثم إلى السير الناقل حيث ينتقل القطن إلى اسطوانات التنظيف والتفتيح ومن ثم إلى الأنابيب التي تنقل القطن إلى مكثف شديد الفعالية، ومن ثم تنتقل المواد عن طريق شفط الهواء إلى المرحلة التالية. يزود خلاط الحجرات بوحدة تحكم وصيانة بواسطة الميكروكمبيوتر وهناك حساس من اجل انخفاض مستوى للمواد في كل حجرة ومن الممكن أن يزود الخلاط محرك تيار مستمر لأسطوانات التوريد وحساسات حرارية. من الممكن عند تشغيل الشعيرات أن

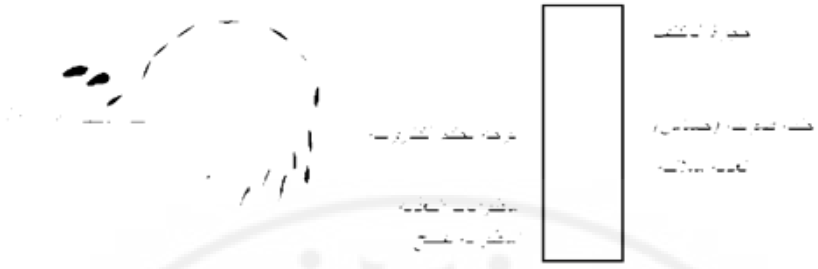
يتجمع الزغبر والأوساخ على أسطوانات التفتيح مما يؤدي إلى تعطيل عملها، وبالتالي يتم تركيب فرشاة تنظيف على كل أسطوانة تفتيح.

تعمل الآلات الحديثة للحصول على مادة أكثر نظافة وتجانساً بالخلط، وهذا يتحقق لأن المادة الداخلة للآلة مفتحة ومنظفة بشكل جيد وبسبب وجود عدة حجرات توزع المادة الأولية فيها على شكل طبقات متساوية السماكة (حتى 8 حجرات) ووجود عدة نقاط خلط متتالية مع مضرب بأسنان منشارية يقوم بوظيفة خلط وتفتيح خصل الشعيرات بآن واحد مع نظام هوائي لسحب الشوائب والغبار من المادة, وهناك تصاميم مختلفة لخلاطات متعددة المراحل لضمان مزج وتجانس اكبر كما بالشكل 5-19.

شكل 5-18:آلة المزج

شكل 5-19: آلات مزج مختلفة

يبين الشكل 5-20 أجزاء المكثف، حيث يدخل القطن إلى حجرة المكثف والذي يؤمن تغذية شلاليه بعد مرور الأقطان على اسطوانتي التغذية واسطوانة التفتيح.



شكل 5-20: المكثف

5-2-6- آلة إزالة الغبار (Dust Separator)

تتوضع آلة إزالة الغبار في آخر خط الفتح والتنظيف والتي تستخدم من أجل إزالة الغبار من المادة الأولية، ويتم تزويد الخط بأجهزة امتصاص للغبار بحيث ينقل إلى المكان المخصص له وتكون المادة المزالة والهواء المطرود ضمن حدود معينة ومحددة مسبقاً، في حين أنه يبقى الغبار الناعم والدقيق جداً ضمن المادة الأولية الذي يصعب إزالته والتخلص منه كلياً حيث يتم الحصول على مادة نظيفة قبل الدخول إلى مرحلة التسريح. كمية الإنتاج المغذاة لمرحلة التفتيح تساوي كمية الإنتاج المطلوبة منها مضافا لها كمية عوادمه، أن إزالة نسبة كبيرة من الغبار يحسن جميع المراحل التالية ويزيد من إنتاجيتها وكفاءتها الاقتصادية في كافة التجهيزات الكلية و تعتبر إحدى العمليات الهامة للحصول على منتج عالي الجودة، والحصول على الهواء البيئي النظيف.

يوضح الشكل 5-21 آلية العمل حيث يدخل القطن فاصل الغبار بواسطة مروحة تغذية ليصطدم بصينية تجميع الشعيرات ومن خلال ثقوبها يدخل الغبار والأوساخ والتراب إلى خلاياهما لتخرج إلى حاوية خاصة ويخرج القطن المنظف إلى عملية التسريح. تحوي الآلة ثلاثة مراوح الأولى لها مهمة سحب القطن والثانية تقوم بإرسال القطن إلى آلات الكرد والثالثة لها مهمة شفط العوادم. يوجد بداخل الآلة صفائح مثقبة يتم دفع القطن عليها وبالتالي يتساقط الغبار من خلالها ثم يتم شفطه بواسطة المروحة إلى الفلاتر ليتم تنقيته. للآلة تصاميم مختلفة ولكنها متشابهة بالهدف.



شكل 5-21: آلة إزالة الغبار

تتألف آلة نزع الغبار المبينة في الشكل 5-22 من مجموعة دخول ومجموعة خروج ولوحة تحكم وقيادة وقد ثبت فيها ثلاثة مضارب مثقبة ومروحتان ومضربان شوكيان وستة اسطوانات تغذية وستة اسطوانات نزع. والشكل 5-23 يبين طريقة توصيل فاصل الغبار والمكثف مع آلة الكرد اعتمادا على التغذية الشلالية. وهناك صمامات تدار بنيوماتيكيا عند التعامل مع خطوط تفتيح متعددة حيث يتم تزويد خطي إنتاج كرد من خط فتح وتنظيف وحيد بموزع نوع ((T Piece Distributor (TPD). يزود الخط بمروحة تغذية للمواد حسب نوع المادة المراد تشغيلها ويمكن أن تدار بسرعة ثابتة أو بواسطة انفرتر خاص مما يحقق توفير في الطاقة، يستخدم الألمنيوم عالي الجودة في صنع المراوح لضمان كفاءة التشغيل وعدم توليد أي شرارة.



شكل 5-22: آلة إزالة الغبار

شكل 5-23: كيفية توضع فاصل الغبار والمكثف قبل آلة الكرد

5-2-7- آلة تشكيل الملفات (Lap Forming Machine)

وهي آلات تقليدية لابد من استعراض سريع لها حيث أنها تستعمل لتشكيل الملفات بترتيب الشعيرات المفتحة على شكل طبقة قطنية منها ولفها على عمود معدني لتقديمها إلى آلات الكرد. يبين الشكل 5-24 رسماً مبسطاً لآلة تشكيل الملفات التقليدية، حيث يأتي القطن من آلة التفتيح إلى اسطوانة ذات السكاكين ومن ثم لمجموعة اسطوانات النقل الملساء ليمر القطن على المضرب ذي الأجنحة وينظف جيدا من الشوائب قبل تحوله إلى طبقة قطنية بواسطة مجموعة من اسطوانات اللف لتحقيق نسبة السحب المخططة والحصول على سماكة الطبقة المطلوبة. تضمن اسطوانات النقل الملساء انتقالاً جيداً وشداً مناسباً للشعيرات وتصنع من فولاذ 40 وتدور حول أعمدة فولاذية مخددة أو مفرغة، تساعد الاسطوانات الملساء على تغذية الأجزاء العاملة بالقطن عن طريق زلق القطن داخل أجهزة تشكيل الملفات، أو من أجل تسليم القطن للمرحلة التالية. تنشأ قوى وعزوم وإجهادات بين كل اسطوانتين دوارتين متلامستين ويجب أخذ وجود طبقة قطنية ورطوبتها بعين الاعتبار في العلاقات التجريبية، كعلاقة غولدن.



شكل 5-24: آلة تشكيل الملفات التقليدية

إن اسطوانات السحب عبارة عن أسطوانات ملساء ضاغطة وزن كل من الأولى والثانية حوالي 80 Kgf تقريبا وترتكز الأسطوانات على رولمانات بحيث أن رولمانات الأسطوانات الثلاثة العليا يمكن أن تتحرك إلى الأعلى والأسفل، تكون أقطار الاسطوانات الأربعة التصميمية بالترتيب (123-111-123-181) ملم وتطبق عليها قوى ضغط بين (3823-5884) N أي (400-600) Kgf من كل طرف. هناك فرق سرع بين اسطوانات السحب، تكون زاوية التفاف الطبقة القطنية حول أسطوانات السحب حوالي 180^0 ومن ثم تلف الطبقة القطنية على العمود بمساعدة أسطوانات اللف وبإنتاجية تقريبية حوالي 150 كغ في الساعة. تؤمن عملية ضغط طبقات القطن الملفوفة ضماناً لعملية فكها دون انقطاع ولابد من أخذ سرع أسطوانات السحب بعين الاعتبار بحيث تزداد سرعة الطبقة القطنية الخارجة بمقدار يتناسب مع سمك الطبقة القطنية حيث تمنع الزيادة المذكورة حدوث طيات وتتحكم بسماكة الملف، تتراوح نسب زيادة السرعة من أول أسطوانة إلى الأسطوانة الرابعة بين (4.5-8.5) % وتزيد سرعة أسطوانات اللف عن سرعة الأسطوانة الضاغطة الأولى في جهاز السحب حوالي (4-10) %.

في الشكل 5-25 و باعتبار الثقل المطبق (W)، تكون القوة (P) المؤثرة على المحامل في ميكانزم السحب مساوية إلى:

$$P = \frac{R.x}{y} = \frac{W.x_1.x}{y.y_1}$$

لدينا في الشكل 5-26 آلية ضغط ميكانيكية في آلة تشكيل الملفات التقليدية المكونة من أربع أسطوانات، عند تطبيق علاقة العزوم حول النقطة F تكون قيمة النقطة P مساوية إلى 484 lb لكل طرف وبالتالي يمكن تحديد القوى المؤثرة للأسطوانات (الجدول 5-2).

شكل 5-25: ميكانزم السحب



1C N

شكل 5-26: آلية ضغط في آلة تشكيل الملفات التقليدية

جدول 5-2: القوى المؤثرة للاسطوانات

القوة	القيمة (N)
الضغط الكلي على الاسطوانة	440 = 2×220
الضغط بين زوج الاسطوانات الأعلى (قيمة الضغط السابق مضاف له وزن الاسطوانة)	472 = 32+440
الضغط بين زوج الاسطوانات الثاني (قيمة الضغط السابق مضاف له وزن الاسطوانة)	705 = 35+472
الضغط بين زوج الاسطوانات الثالث (قيمة الضغط السابق مضاف له وزن الاسطوانة)	742 = 37+705

مع زيادة قطر الملف يتم الحفاظ على الضغط ثابتاً على الملف عن طريق مسننات نقل حركة التي يتم تحريكها بواسطة محرك كهربائي. يبين الشكل 5-27 الحمل المطبق على الملف لتشكيله في آلة تشكيل الملفات، ويتم حساب الضغط بين الملف واسطوانتي اللف عند بدء تشكيل الملف وعند نهاية التشكيل. مجموع القوى الشاقولية المتجهة للأعلى يجب أن يساوي مجموع القوى المتجهة للأسفل، أي أن القوة الضاغطة يجب أن تساوي قوى ضغط اسطوانات اللف على الملف. وعلى اعتبار أن وزن الملف 1250 lb (5560 N) ووزن اسطوانة الملف 50lb (222 N).

شكل 5-27: الحمل المطبق على الملف لتشكيله في آلة تشكيل الملفات

بالتالي يمكن إجراء الحساب التالي:

1- **عند بداية اللف (a)** نحسب المسافة (xy):

$$xy = \sqrt{(6.25)^2 - (5.125)^2} = 3.56 \text{ in} = 9 \text{ cm}$$

من تشابه المثلثات:

$$\frac{P}{\left(\frac{1250 + 50}{2}\right)} = \frac{P}{(650)} = \frac{6.25}{3.56}$$

$$P = 1140\ lb = 5071 \text{ N}$$

2- **عند نهاية اللف(b)** نحسب المسافة (xy):

$$xy = \sqrt{(10.75)^2 - (5.125)^2} = 9.45 \text{ in} = 24 \text{ cm}$$

من تشابه المثلثات:

$$\frac{P}{\left(\frac{1250 + 24 + 50}{2}\right)} = \frac{10.75}{9.45}$$

$$P = 753\ lb = 3349\ N$$

يمكن استخدام العلاقة الحسابية حيث أن قوة الضغط الكلية المطبقة تساوي ($2P\cos\alpha$) لان الزاوية (α) متغيرة (شكل 5-27)، حيث تكون عظمى في بداية اللف وتبدأ بالتناقص

وبالاستعانة بالعلاقات المثلثية وباعتبار (r_1) نصف قطر اسطوانة اللف وهو ثابت و (r_2) نصف قطر الملف وهو متغير، (l) البعد بين مركزي اسطوانتي اللف، يجب أن تكون القوة (P) والتي هي عبارة عن قوة رد فعل ثابتة وتصبح:

$$2\,P\cos\alpha = 2\,P\sqrt{1-\frac{l^2}{4\,(r_1+r_2)^2}}$$

وبالتالي تتغير الزاوية (α) ونصف القطر (r_2) ليتم تامين ثبات قوة الضغط، وبالتالي عملية فك سليمة للطبقات القطنية من اجل الاستخدام على آلات التسريح. تم استخدام منظمات لانتظامية الملفات وآليات تضمن جودة عملية التنظيف في آلات الجيل الثاني. إن التصاميم المختلفة لآلات تشكيل الملفات يجب أن تسمح ببقاء القوة المذكورة ثابتة عن طريق التحكم بقوة الضغط (قوة ثقل الملف وقوى الضغط، وقوى النوابض إن وجدت) وهنا نذكر أنه باستخدام الفرامل الاتوماتيكية والتي يمكن حسابها عن طريق معادلات العزوم ويمكن استخدام المزدوجة (حديد صب/جلد) بحيث يكون الفرق بين قوى الاحتكاك عند الحركة وعند السكون أقل ما يمكن ويمكن استخدام طرق الضغط الهوائي بدل الطرق الاحتكاكية.

5-3- الحسابات الميكانيكية (Mechanical Calculations)

5-3-1- حسابات خاصة بالفتح والتنظيف وتحديد العوادم

(Opening, Cleaning and waste Calculations)

يتم تحديد درجة التفتيح و كفاءة التفتيح بالعلاقتين:

$$D_1 = \frac{Q1}{Q2} < 1 \quad , \quad D_2 = \frac{Q1-Q2}{Q1} \times 100\%$$

حيث أن (D_1) هي درجة التفتيح، (D_2) هي كفاءة التنظيف، (Q_1) هي الوزن الحجمي للعوادم قبل التفتيح، (Q_2) هي الوزن الحجمي للعوادم بعد التفتيح.

يعطى عدد الضربات في الانش (P) للمضرب بالعلاقة:

$$P = \frac{n.k}{V}$$

حيث أن (n) عدد دورات المضرب و (k) عدد السكاكين و (V) السرعة السطحية لاسطوانة التغذية (انش في الدقيقة)

هناك علاقة عملية بين نوع الآلة وتجهيزات الخط مع الإنتاجية ، في خطوط الإنتاج الحديثة تكون إنتاجية فاتح البالات (400 -600) كغ/سا وإنتاجية المضرب الأحادي (500) كغ/سا وإنتاجية آلة التغذية الشلالية (80 لكل أنبوب (Chute) - 400 لكل آلة) كغ/سا. وهنا لابد من الإشارة إلى المواصفات التي يجب الانتباه لها خلال عملية الإنتاج كنسبة الرطوبة في الخامة ونسبة الشوائب في القطن وطول الشعيرات ونسبة الشعيرات القصيرة ونعومة الشعيرات بالإضافة إلى مواصفات أخرى كمتانة الشعيرات ودرجة نضج الشعيرات ومدى قابليتها لتكوين العقد. في خط الفتح والتنظيف الحديثة مع زيادة نقاط الضرب من 3 ← 4 ←5، ستزداد كفاءة التنظيف من (50-55) ←(55-60)← (60-65) % و ستزداد نسبة العوادم بالقطن من (1-2.9) ← (3-4.9) ← (5 وما فوق) %.

5-3-2- حسابات الملفات (Lap Calculation)

طول (L) الملف المغذى إلى آلة الكرد بالدقيقة خلال دوران أسطوانة التغذية ذات القطر (D) بالمتر مقدار (N) دورة في الدقيقة:

$$L = \pi . D . N$$

الوقت اللازم لتشغيل ملف واحد على آلة الكرد يساوي حاصل قسمة طول الملف على الطول المغذى لآلة الكرد بالدقيقة، ويكون عدد الشلل (H) في الملف ذي وزن (w) اونصة/يارد:

$$H = \frac{8.33}{\left(\frac{w \times 700}{16}\right)}$$

علما أن 840 yds=1H=0.4536 kg =16 ounce (oz)= 1lb (pound)

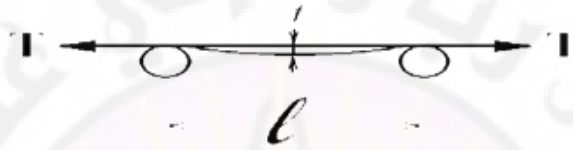
باعتبار (w_1) هو وزن الشريط الداخل و(w) هو وزن الملف و(n) هو عدد الأشرطة الداخلة، يعطى السحب الفعلي للسكوتشر بالعلاقة:

$$I_{act} = \frac{w_1 . n}{w}$$

5-3-3- حسابات تصميمية (Design Calculation)

5-3-3-1- حسابات الحصائر (Lattice Calculation)

تستعمل الحصائر لنقل المواد وتزود بإبر من مواد مختلفة، أما من الخشب أو من الألمنيوم، ويجب أن تؤمن زاوية ميلان الإبرة عامل احتكاك جيد بين المواد المنقولة والإبر. توضع الاسطوانة القائدة على محامل دحروجية ويتم معايرتها اتوماتيكيا تجنبا لتمزق الحصائر أو السيور الناقلة نتيجة عدم التوضع الصحيح للمحاور.



شكل 5-28: نموذج خاص بالحصيرة

باعتبار الحصيرة عبارة عن خيط مرن (شكل 5-28)، يعطى الشد بين الحصيرتين بالعلاقة التالية:

$$T = \sqrt{\left(\frac{q\,l^2}{8\,f}\right)^2 + \left(\frac{q\,l}{2}\right)^2}$$

حيث أن (q (N/m)) شحنة الحمولة موزعة ويساوي وزن الحصيرة (q_1) ووزن حمولة المواد (q_2). (f) الانحناء الأعظمي للحصيرة بين (10-15) ملم و(l (m)) المسافة بين الاسطوانتين.

بإهمال الحد $\left(\left(\frac{q\,l}{2}\right)\right)$ لصغره تصبح العلاقة:

$$T = \frac{(q_1 + q_2)\,l^2}{8.f}$$

وتعطى الاستطاعة اللازمة لتحريك الحصيرة بالعلاقة:

$$P = F_1 \times V \times \frac{\alpha}{\tau}$$

حيث أن (P) الاستطاعة المصروفة (watt) و (α) ثابت الضياع يتراوح بين (1.5 – 2) و (τ) مردود الآلة و (V) السرعة الخطية للسيور الناقلة (m/s) و (F1) القوى الاحتكاكية المؤثرة في الاسطوانة القائدة (N) وتعطى بالعلاقة:

$$F_1 = R.\frac{d}{D}$$

حيث أن (d) قطر محامل الرولمانات (m) و(D) قطر الاسطوانة القائدة (m) و (R) قوة الاحتكاك في محامل الرولمانات التي تعطى بدلالة القوة العمودية (Q) الناتجة من شد السير وشحنة الحمولة:

$$R = \mu.Q$$

تعطى القوة العمودية (Q) الناتجة من شد السير وشحنة الحمولة بالعلاقة:

$$Q = \sqrt{(2q_1.l + q_2.l)^2 + (2T)^2}$$

حيث (μ) معامل الاحتكاك بين الحصيرة الاسطوانة القائدة وعند حساب السيور المائلة تتم حسب الشكل 5-29 حسب قوانين تشابه المثلثات مع الأخذ بعين الاعتبار العمل الايجابي اللازم لرفع المواد المنقولة:

$$\frac{H}{l} = \frac{F_2}{q_2.l}$$

وبالتالي يضاف قوة إلى القوة F_1 مقدارها $(F_2 = q_2.H)$.



شكل 5-29:الحصائر المائلة

شكل 5-30: الخلاط (المغذي)

لزاوية ميل عنصر الكسوة تأثير على عملية التفتيح، إن تقسيم ندف شعيرات القطن إلى أجزاء أصغر حجماً في الخلاط (المغذي) يجري نتيجة التأثير المتبادل لإبر الحصيرة المائلة مع أسنان المضرب الموازن, تؤثر أسنان المضرب بالقوة P (شكل 5-30). وبإسقاط هذه القوة نجد التالي:

- تحاول القوة ($P_1 = P \cdot \sin\alpha$) ضغط الندفة إلى الإبرة وقذفها بالعكس إلى حجرة الآلة فتنشأ على السطح الملامس للشعيرات من الإبرة قوةُ احتكاك ($F = \mu . P_1$) تعيق حركة الندف إلى قاعدة إبر الحصيرة حيث (μ) معامل الاحتكاك.
- تحاول القوة ($P_2 = P \cdot \cos\alpha$) غمس الندفة بعمق نحو جذر الإبرة وتعيق هروب الندفة من الإبرة. إن كثافة توضع عناصر الكسوة تؤثر على كفاءة النزع للجزء العامل في الآلة فكلما كانت الإبر أو الأشواك (إلى حد معين) موزعة بكثافة أكبر على واحدة مساحة السطح كان إمساكها للشعيرات أكبر وبالتالي شدة التفتيح أكبر.
- لإتمام العملية يجب أن تكون القوة P_2 أكبر من قوة الاحتكاك F حيث أن

$$\frac{P_2}{F} = \frac{P.\cos\alpha}{\mu . P.\sin\alpha} = \frac{ctg\,\alpha}{\mu}$$

يجب أن يكون ($ctg\alpha > \mu$)، وبمعرفة عامل الاحتكاك μ يمكن تعيين الزاوية α التي يتحقق عندها الشرط، أي انه يلزم إنقاص الزاوية α لتقوية التأثير على ندف القطن. لزيادة كفاءة النزع والتفتيح عند عناصر الكسوة (شوكة، سن، إبرة) يجب زيادة ميلها وإنقاص الزاوية بينها وبين خطوط قواعدها.

5-3-3-2- حسابات السكاكين (Blades Calculation)

تعتبر السكاكين من الأجزاء الهامة لآلة التفتيح حيث تتوضع أقراص عليها سكاكين وتوصل مع بعضها بواسطة مشدات مثبتة بصامولة وصامولة مضادة وتثبت الأقراص على المحور ببراغي لولبية للحماية من الانزلاق (شكل 5-31).



شكل 5-31:السكاكين

يتم تحديد عدد السكاكين اعتمادا على ارتفاع الاسطوانة ذات السكاكين (L) والذي يحدد حسب الطول العامل لاسطوانة التغذية بالعلاقة:

ارتفاع الاسطوانة ذات السكاكين = طول اسطوانة التغذية (ملم) + (12–16 ملم)

يحدد عدد السكاكين من أبعاد الاسطوانة بحيث لا يبقى فراغات ملحوظة وتصنع السكاكين من الفولاذ المصفح بسماكة (B) من (5–7) ملم وعرض 30 ملم. فيكون عدد السكاكين:

$$n = \frac{L}{B}$$

وبفرض أن عدد السكاكين في القرص الواحد (m) وعدد الأقراص في الاسطوانة (K) فيكون الحد الأدنى لعدد السكاكين:

$$n_{min}=K.m$$

$$K = \frac{L}{B.m}$$

أي أن مع زيادة عدد السكاكين على القرص الواحد إلى الضعف بحيث يضرب القرص ضربتين في كل دورة واحدة للاسطوانة. تثبت السكاكين على قرص الاسطوانة بمسامير يتم حسابها على القص والتي تؤثر بها قوة الطرد المركزية (C):

$$C = m.a$$

حيث m هو كتلة السكين (kg)

وبما أن السرعة الزاوية (ω) للاسطوانة ثابتة مما يعني أن التسارع الزاوي معدوم أي $(A^t = 0)$ وبالتالي:

$$C = m.(A^t + A^n) = m.a^n$$

أي:

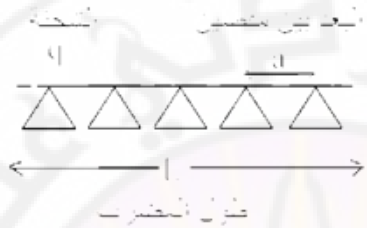
$$C = m.\omega^2.r$$

حيث أن (r) بعد مركز السكين عن مركز الدوران (m) وبفرض لدينا زوج من المسامير تثبت كل سكين بالتالي $C_1=0.5\ C$، يعطى إجهاد القص بالعلاقة:

$$\tau = \frac{4.C_1}{\pi.d^2} = \frac{4\,(0.5)C}{\pi.d^2} = \frac{2.C}{\pi.d^2} = \frac{2.m.\omega^2.r}{\pi.d^2}$$

يجب أن يكون الإجهاد اقل من الإجهاد المسموح به،و كما يمكن تحديد قوة الصدم بالفرق بين الطاقة الحركية قبل وبعد الصدم.

يعمل المضرب ذو الأجنحة (مضرب كريشنر) المستخدم في آلة التفتيح على ضرب المادة وتفتيتها وتنظيفها بالمضرب (ذي الإبر أو ذي الصفائح المعدنية)، حيث تثبت الصفائح بواسطة براغي لتأخذ شكلاً انسيابياً ذات سطح ناعم وتصنع المقصات من الفونت الرمادي والمضارب من الفولاذ (40 أو 45) كما يبين الشكل 5-32.



شكل 5-32: المضرب ذو الأجنحة (مضرب كريشنر)

ويكون الإجهاد الناشئ في المضرب المثبت عليه خمس مقصات حيث يكون المكان الأكثر تحميلا في الأماكن الذي يكون فيه فتحات للبراغي:

$$\sigma = \frac{0.107 \times q \times a^2}{w} = \frac{0.107 \times C \times a^2}{w \times L}$$

حيث (a) البعد بين مقصين و (W) العزم المقاوم (m^3) و(L) طول المضرب و (C) قوة نابذة مركزية.

5-3-3-3- حسابات جهاز تنظيم القطن (Piano-Feed Calculations)

منظم طبقات القطن في آلة تشكيل الملفات (البيانو) هو جهاز تقليدي مؤلف من 16-18 إصبع موصولة بشبكة مفصلية من السلاسل من اجل إدخال كميات متساوية من القطن خلال أزمنة متساوية، إن ارتفاع الجزء الطويل للإصبع يؤدي لتحرك ذراع الساعد الذي يتحكم بسرعة اسطوانة التغذية. يهدف إلى الحصول على ملفات منتظمة عن طريق تغيير سرعة تغذية القطن إلى الآلة بالتوافق مع سماكة طبقة القطن المارة بين أصابع البيانو واسطوانة التنظيم (شكل 5-33). عند مرور طبقة قطن سميكة، يقلل المنظم سرعة التغذية للسلندر ليؤمن دفع كميات متساوية من القطن في واحدة الزمن.

شكل 5-33: منظم طبقات القطن في آلة تشكيل الملفات (البيانو)

لضمان الحصول على ملفات منتظمة يجب أن يحقق المنظم العلاقة التالية:

$$b h v \rho = const$$

حيث أن (V) سرعة دفع القطن في الآلة (متر/د) و (h) متوسط سماكة طبقة القطن المارة بين الأصابع والسلندر المنظم مقدرة بالمتر و (b) عرض طبقة القطن المارة مقدرة بالمتر و (ρ)الكتلة الحجمية لطبقة القطن المارة(Kg/m^3).

باعتبار أن تغير عرض طبقة القطن و كتلتها الحجمية تعتبران قيماً صغيرة من الدرجة الثانية(تهمل) فتصبح العلاقة ($hv = C$) حيث إن (C) قيمة ثابتة، يمكن حساب الكتلة المتدفقة لطبقة القطن M (غرام/دقيقة) بالعلاقة:

$$M = kt\ (\pi\ d_f\ n_f)$$

حيث أن (k) الكثافة النوعية للمادة (غ/سم^3) و (t) سماكة الطبقة القطنية (سم) و (d_f) قطر اسطوانة التغذية بالسم و (n_f) عدد دورات اسطوانة التغذية بالدقيقة

سيتم شرح طريقة حساب المخاريط في الآلات التقليدية باختصار، عند نسبة نقل الحركة (e) بين المخروطين العلوي (n_2) والسفلي (n_1) يمكن كتابة العلاقة: $n_f = e\ n_2$ بالتالي:

$$M = \pi.k.t.d_f.e.n_2$$

$$n_2 = (D_1 n_1)/D_2$$

$$1/t = [M\ /(\pi\ k\ d_f\ e\ n_1)] \times n_2 = const \times n_2 = const \times (D_1 n_1)/D_2$$

$1/t = C. (D_1/D_2)$

$DI + D2 = X$

حيث أن سماكة الطبقة مفروضة (D_2) قطر المخروط العلوي و (C) ثابت و (X) قيمة ثابت والنسبة بين القطرين معلومة، تتناسب السرعة (n_2) للمخروط ذي القطر (D_2) مع (1/t) ، كما يبين الجدول 5-3.

جدول 5-3: جدولة حساب أقطار المخاريط

سماكة الطبقة القطنية

5-3-4- مخطط وحسابات نقل الحركة لأجزاء خط الفتح والتنظيف
(Gearing Calculation in Blow Room)

5-3-4-1- المضرب المتعدد المراحل (المتدرج - Step cleaner):

يتألف المضرب المتدرج (شكل 5-34) من ستة مضارب متسلسلة فوق بعضها البعض وبشكل مائل، يقوم بعملية تفتيح الأقطان وتنظيفها ثم إرسالها إلى العميلة اللاحقة. تقوم أسلحة المضارب الأول بأخذ الندف القطنية وضربها ثم إرسالها إلى المضرب الأخر وهكذا حتى تصل إلى المضرب السادس حيث تكون مفتحة ونظيفة لتجري عملية شفط هوائي لتلك الأقطان المفتحة لإرسالها إلى الآلات اللاحقة، أما الشوائب فتسقط بين فتحات قضبان التصفية، يوجد بين كل مضربين سكين تساعد على توزيع القطن على محيط المضرب كله ليحصل على اكبر عدد من الضربات بسرعة دوران تتجاوز 670 دورة في الدقيقة. في بعض الآلات يتوضع قماش مثقب (فلتر) فوق

مضارب المنظف المائل لخروج الغبار الناتج عن تفتيح القطن، وبنتيجة تأثير السكاكين على ندفات القطن بالتوافق مع مضلعات الحصيرة يجري فرز فعّال للأوساخ والشوائب. تستمر المضارب السكينية المتلاحقة في معالجة الشعيرات الحرة والمضرب الأخير يقذف ندفات القطن في الخزان، ثم تنتقل هذه الندف إلى آلة أخرى في الخط. تعطى سرعة المضرب (N_B) بالعلاقة:

$$(N_B) = \frac{(N_m \times D_m)}{D}$$

حيث (N_m) سرعة المحرك و (D_m) قطر طارة المحرك و (D)قطر طارة الالة

شكل 5-34: المضرب المتدرج

5-3-4-2- الحسابات الخاصة بالمضرب المتدرج (Step-Cleaner Calc.)

من الشكل 5-35 يمكن حساب السرع التالية:

- سرعة المضرب:

$n_B = 1430 \times 4.33/11.81 = 524.29$ rpm

- سرعة المفتح الأولي:

$n_{PO} = 1410 \times 3.35/9.85 = 479.54$ rpm

- سرعة اسطوانة التغذية:

$n_{FR} = 1395 \times 1.37/ 4.72 \times 1/10 \times 15/70 \times 55/55$

$n_{FR} = 8.67$ rpm



شكل 5-35: المضرب المتدرج

5-3-4-3- فاتح البالات (Mixing Bale Opener)

شكل 5-36: فاتح البالات

من الشكل 5-36 يمكن حساب السرع التالية:

- سرعة المضرب:

$$n_B = 950 \times 4.7/5.5 = 811.8 \text{ rpm}$$

- سرعة اسطوانة التغذية:

$$n_{FR} = 105 \times 7.5/10 \times 5/11.81 \times 10/10 = 33.34 \text{ rpm}$$

- سرعة التخليص (التسليم):

$n_S = 950 \times 4.7/5.5 \times 5/15.5 = 261.87$ rpm

- سرعة اسطوانة التنظيم:

$n_{ER} = 950 \times 4.7/5.5 \times 5/15.5 \times 14/7.2 = 509.20$ rpm

- سرعة الحصيرة الابرية:

$n_{ICL} = 105 \times 7.5/10 = 78.75$ rpm

- سرعة حصيرة التغذية الثانية:

$n_{FA(1)} = 105 \times 7.5/10 \times 16/53 \times 20/52 = 9.14$ rpm

- سرعة حصيرة التغذية الأولى:

$n_{FA(2)} = 1395 \times 21/70 \times 21/72 = 122$ rpm

5-3-4-4- المنظف أحادي الاسطوانة (Mono-cylinder)

يدخل القطن ليتلقى الضربات اللازمة للتنظيف بواسطة اسطوانة محززة مما يساهم بفصل الشوائب المتبقية نتيجة قوة الطرد المركزية.

شكل 5-37: منظف أحادي الاسطوانة

من الشكل 5-37 يمكن حساب سرعة الاسطوانة:

$n_{MC} = 1410 \times 5.5/11.02 = 703.6$ rpm

5-3-4-5- المكثف (Condenser)

من الشكل 5-38 يمكن حساب سرعة المروحة:

$$n_F = 1450 \times 6.7/5.21 = 1864.68 \text{ rpm}$$

إما سرعة الحجرة (القفص):

$$n_C = 1450 \times 6.7/5.21 \times 3.5/7.5 \times 2.86/13.55 \times 3.55/18.64$$

$$n_C = 34.98 \text{ rpm}$$

وتكون سرعة اسطوانة التنظيف:

$$n_{WR} = 1450 \times 6.7/5.21 \times 3.5/7.5 \times 2.86/13.55 \times 3.55/3.9$$

$$n_{WR} = 167.18 \text{ rpm}$$

شكل 5-38: المكثف

5-3-4-6- مضرب كيرشنر (Kirschner Beater)

يعرف مضرب كيرشنر (شكل 5-39) بأنه مضرب تسريح يحتوي على أسنان رفيعة تقوم بتسريح الأقطان المتوسطة والقصيرة التيلة إثناء ضربها وهو ذو ثلاثة أجنحة يوجد بأعلى كل جناح قطعة من الخشب يتوضع عليها عدد من الأسنان المائلة باتجاه هذا المضرب حيث يعمل على تفتيح الأقطان وتسريحها وتنظيفها، يوضع في أخر آلة تشكيل الملف لإعطاء الملف انتظامية. يجب المحافظة على بقاء أسنانه بحالة جيدة منعا لحدوث العقد (النبس).

شكل 5-39: مضرب كيرشنر

1- المضرب ثنائي السكاكين

- سرعة المضرب ثنائي السكاكين:

$n_{2BB} = 1400 \times 5.5/6.18 = 1245.95$ rpm

- سرعة المروحة الأولى:

$n_{F(1)} = 1400 \times 5.5/5.59 = 1377.46$ rpm

- سرعة اسطوانة التغذية:

$n_{FR} = 940 \times 4.3/7.48 \times 32/32 \times 52/21 \times 8.74/8.74 \times 5.08/5.35 \times 27/52 \times 52/27 \times 8.74/8.74 \times 4/43 \times 30/54 \times 15/90$

$n_{FR} = 10.94$ rpm

- السرعة الخطية (السطحية) لاسطوانة التغذية:

$v_{FR} = \pi DN = \pi \times 3.14 \times 10.94 = 107.9$ inches/min

- عدد الضربات بالانش للمضرب ثنائي السكاكين:

$$\text{ضربة بالانش} = \frac{\text{عدد السكاكين} \times \text{سرعة المضرب}}{\text{السرعة السطحية لاسطوانة التغذية}}$$

- عدد الضربات بالانش للسكينتين:

$B = (1245.9 \times 2)/ 107.9 = 23.1$ (Beats/inch)

2- مضرب كيرشنر

- سرعة مضرب كيرشنر:

$n_{kB} = 1400 \times 5.43/9.2 = 826.30$ rpm

- سرعة المروحة الثانية:

$n_{F(2)} = 1400 \times 5.43/5.59 = 1359.93$ rpm

- سرعة اسطوانة التغذية:

$n_{FR} = 940 \times 4.3/7.48 \times 32/32 \times 52/21 \times 8.74/8.74 \times 4/43 \times 32/54 \times 15/90$

$n_{FR} = 12.29$ rpm.

- السرعة الخطية لاسطوانة التغذية:

$V_{FR} = \pi DN = \pi \times 3.14 \times 12.29 = 121.17$ inches/min

- سرعة القفص (الحجرة) لمضرب السكاكين كرينشر:

$n_C = 940 \times 4.33/7.48 \times 24/38 \times 18/82 \times 14/73 \times 21/18 \times 30/155 = 3.26$ rpm

- سرعة الحجرة لمضرب السكاكين الثنائي:

n_{C2B}= 12.29 × 18/34 × 38/155 = 1.59 rpm

5-3-4-7- مغذي سكوتشر وتشكيل الملفات (Hopper Feeder-Scutcher)



شكل 5-40: مغذي سكوتشر وتشكيل الملفات

من الشكل 5-40 يمكن حساب السرع التالية:

- سرعة اسطوانة التغذية

n_{FR}= 1430 × 1.6/8.6 = 266.05 rpm

- سرعة اسطوانة التغذية السفلية

n_{BFR}= 1430 × 1.6 /6.01 = 380.69 rpm

- سرعة اسطوانة التنظيم:

n_{RR}= 1430 × 1.6/11.02 = 207.62 rpm

- سرعة اسطوانة التسليم:

n_{CR}= 1430 × 1.6/11.02 × 7.64/5.76 = 275.38 rpm

- سرعة اسطوانة التغذية:

n_{FR}= 1380 × 28/70 × 26/72 = 199.3 rpm

- سرعة حصيرة التغذية:

n_{FA}= 940 × 115/190 × 32/32 × 52/27 × 8.74/8.74 × 5.08/5.35 × 27/52 × 52/27 × 8.42/8.42 × 4/43 × 40/50 × 16/53 × 20/53 = 8.82 rpm

- سرعة حصيرة الإبر المائلة:

n_{ISL} = 940 × 115/190 × 32/32 × 52/57 ×8.74/8.74 ×5.08/5.35 × 27/52 × 52/ 27 × 8.74/8.74 × 4/43 ×40/50 = 77.43 rpm

- سرعة اسطوانة التغذية (1):

n_{FR1}= 940×115/190 ×32/32×52/27×8.74/8.74 × 5.08/5.35 × 27/52 × 52/27 × 5.74/8.74 × 4/43 × 30/56 × 15/90 = 8.64 rpm

- سرعة الاسطوانة القابلة للضبط (1):

n_{AL1}= 8.64 × 18/29 = 5.36 rpm

- سرعة الاسطوانة القابلة للضبط (2):

n_{AL2} = 8.64 × 18/28 = 5.55 rpm

- سرعة اسطوانة الضغط الأولى (السفلية) (148 Ø)

n_{1CR}= 940 × 115/190 × 24/38 × 18/82 × 14/73 = 15.12rpm

- سرعة اسطوانة الضغط الثانية(128 Ø)

n_{2CR}= 940 × 115/190 × 24/38 × 18/82 × 14/73 × 21/18

= 17.64 rpm

- سرعة اسطوانة الضغط الثالثة (128 Ø)

n_{3CR}= 17.64 × 18/19 = 16.71 rpm

- سرعة اسطوانة الضغط الرابعة (148 Ø)

n_{TCL}= 16.71 × 19/28 = 11.33 rpm

- سرعة اسطوانات اللف:

n_{SR}= 960 × 120/210 × 40/157 × 21/44 = 66.7 rpm

- السرعة الخطية لاسطوانات اللف:

$V_{SR} = \pi DN = \pi \times 66.7 \times 2.45/25.4 = 20.20$ inches/min

5-4- التجهيزات المتممة في خطوط الفتح والتنظيف الحديثة

(Other Equipments in Modern Blow Room)

لا بد من تزويد شركات الغزل بتقنيات متطورة نظرا للفوائد والعائد الاقتصادي والجودة المحققة لمنتجات منافسة كما في الشكل 5-41.

شكل 5-41: نظام غزل مبرمج

يعمل نظام (SP-MF) كفاصل للأجسام الثقيلة والمعدنية ومزيل للغبار ويحقق توفير الطاقة ويركب بعد فاتح البالات الاتوماتيكي بإنتاجية 2 طن بالساعة (شكل 5-42). تستخدم كاميرات وفوهات لفصل للشعيرات الغريبة المميزة بصريا وذلك قبل الانتقال لمرحلة الكرد كنظام (SECURMAT SP-F) في الشكل 5-43. يستخدم نظام (T-SCAN TS-T5) لكشف الأجزاء الملونة أو الغريبة أو ذات اللمعان أو الأجزاء الصغيرة جدا وهو نظام ذو قدره على التحليل (شكل 5-44).

شكل 5-42: نظام (SP-MF)

شكل 5-43: كنظام (SECURMAT SP-F)

إن الشعيرات الغريبة في المنتج النهائي كانت ومازالت العيب الأساسي في الصناعات النسيجية، يستخدم **جهاز كشف ونزع الأجسام الغريبة** لكشف الأجسام الغريبة (غير المعدنية) في القطن المشغل، وبشكل خاص الشعيرات من بقايا خيوط أو أنسجة غريبة بالمادة ناتجة عن أخطاء في جمع أو تعبئة القطن الخام.

هناك إمكانية استخدام نوعين من أجهزة كشف ونزع المواد الغريبة إما بعد آلة التنظيف الأولي كجهاز The Vision Shield (TVS) أو يوصل مباشرة بعد آلة

التنظيف النهائي. إن وجود هذه الأجهزة في خطوط الفتح لا يلغي أبداً دور الحساسات الالكترونية لكشف الشعيرات الغريبة في الخيوط بالمراحل الأخيرة لخط الغزل كآلات التدوير الاتوماتيكي، وذلك لتأكيد خلو الخيط تماماً من هذه العيوب مع المحافظة على أعلى مردود إنتاجي ممكن لخط الغزل. وهناك أجهزة أخرى لكشف الشعيرات الغريبة تركب بعد آلة التنظيف النهائي بواسطة أقنية وصل مستطيلة المقطع.

شكل 5-44: نظام (T-SCAN TS-T5)

تتم **آلية مزج الألياف الحديثة (المعايرة المستمرة لنسب المزج)** بطريقة أوتوماتيكية لتثبيت النسب المعيارية المطلوبة لمكونات الخلطة وذلك وفق برنامج الكتروني محدد بواسطة كمبيوتر الآلة يضمن تحقيق تجانس عالي في مظهرية السلع النسيجية الجاهزة وذلك مهما بلغ تباعد قيم نسب المزج (مثلاً 98 % إلى 2 %). هذا التجانس والمرونة بعملية المزج لا يمكن بلوغه بطرق تقليدية أخرى (مثل المزج المباشر على آلة فتح البالات، أو باستخدام الطرق الوزنية، أو على آلة السحب). الطرق التقليدية قد تسبب عيوب (تشريط أو شطبات) تظهر بشكل عشوائي على سطح القماش المصبوغ وارتفاع عدد القطوعات الناجم عن الاختلاف بتجانس مزج الألياف. يوضح الشكل 5-45 الفرق بين طريقتين للمزج، الأولى الطريقة الوزنية ذات التغذية المتناوبة، والثانية بطريقة المعايرة المستمرة لنسب المزج على آلة حديثة. كل حجرة من آلة المزج الحديثة مزودة بنظام مراقبة الكترونية متصل مع كمبيوتر الآلة وظيفته تأمين جريان ثابت للألياف بالنسب

المطلوبة للمزج. يتألف نظام المراقبة الالكترونية من ثلاثة أقسام رئيسية وهي نظام هيدروليكي لتأمين ضغط ثابت على اسطوانة توريد الألياف ووحدة معالجة مايكروية لمراقبة تغيرات الضغط الحجمي للألياف في منطقة التغذية ومبدل سرعة أوتوماتيكي لاستقبال إشارة وحدة المعالجة وتغيير سرعة توريد الألياف من حجرة المزج إلى السير الناقل بما يحافظ على نسبة مزج ثابتة. يمكن تزويد الآلة بحجرتي مزج أو أكثر بالعلاقة مع الطاقة الإنتاجية المطلوبة وعدد أنواع الألياف بالخلطة (حد أعلى 8 حجرات)، والطاقة الإنتاجية لكل حجرة يمكن معايرتها من 3 وحتى 300 كغ/ساعة، وإجمالي إنتاجية الآلة حتى 1000 كغ/ساعة، وهي موصولة مع نظام التحكم الالكتروني لخط الفتح والتنظيف. تكون الألياف الممزوجة على الآلات الحديثة ذات تجانس عالي، حيث نسبة التفاوت بنسبة المزج لا تزيد عن 0.2 % وهي الأدنى بالمقارنة مع الطرق التقليدية الأخرى المتبعة بعملية مزج الألياف.

الطريقة الوزنية المتناوبة طريقة المعايرة المستمرة

شكل 5-45: طرق معايرة نسب المزج

لمنظف الكلينومات كفاءة تنظيف عالية وهو مكمل لعمليات الفتح والتنظيف ويحوي على أربع مضارب سرعتها عاليه جدا ومتزايدة ومختلفة الكساوي من الأخشن للأنعم، إن أداء التنظيف فيه يكافئ ثلاث أو أربع مرات من أجهزة التنظيف التقليدية. تتألف هذه الآلة من جزأين (علوي وسفلي)، الجزء العلوي (مكثف) مهمته سحب القطن من الخلاط وهو عبارة عن صندوق يتجمع فيه القطن ويوجد خليتان ضوئيتان تحددان عمل روليات الخلاط وكذلك يوجد حساس يقوم بفصل الخط إذا دخلت كمية كبيرة من القطن. ويحوي الجزء السفلي أربعة مضارب لها نفس الأقطار ولكنها تختلف بالسرعة والكسوة، مهمة هذه

المضارب تفتيح وتنظيف القطن. تحت كل مضرب يوجد حجر تنظيف هذه الحجر قابلة للعيار حسب كمية العوادم إذ تحوي على جناح قابل للحركة يسمح بالتحكم بكمية العوادم.

شكل 5-46: منظف الكلينومات CVT

تزداد كثافة الأسنان من 1 إلى 4 و زيادة سرعة المضارب من 1 إلى 4 بقيم (1200, 800, 500, 300) دورة بالدقيقة، ونقصان الوزن الوسطي للخصلة حيث قيمها من 1 إلى 4 هو (0,1-0.5-0.7-1,0) ميلي غرام. يجب مراعاة عملية تعيير المضارب بشكل يناسب مرحلة المضرب ضمن الخط من حيث السرعة ودرجة الشفط والمسافة بين المضرب والتغذية. يكون توضع المضارب ونوعها مناسب لإجراء عملية التفتيح التدريجي، فمثلا" لا يجوز أن يكون مضرب الأجنحة في بداية الخط و متعدد المراحل في نهايته. تتبع الشركات تصاميم مختلفة لتحقيق الهدف المنشود فمثلا يتم نقل الأقطان في آلات ريتر بواسطة تيار هوائي ناتج عن مراوح خاصة، أما في آلات تروتشلر فيتم نقل القطن نتيجة فرق الضغط بين خزانات التغذية وأنابيب النقل. أما بالنسبة لسماكة الطبقة القطنية فيتم عن طريق نابض وحساس بالنسبة لآلات ريتر، أما بالنسبة لشركة تروتشلر فيكون حسب سمك خزان وارتفاعه حيث يقوم بتجميع القطن القادم من المضارب بشكل منبسط للحصول على طبقة قطنية بنفس أبعاد الخزان.

5-5- مواصفات فنية لخط فتح وتنظيف حديث
(Technical Specifications of Modern Blow Room Lines)

لابد من الاطلاع على أهم المواصفات اللازم تحديدها عند انتقاء الآلات، تبين الجداول التالية (جدول 5-4 وجدول 5-5 وجدول 5-6 وجدول 5-7 وجدول 5-8 وجدول

9-5 و جدول 5-10 وجدول 5-11 وجدول 5-12 وجدول 5-13) أمثلة عن مواصفات فنية لتجهيزات خط فتح وتنظيف حديث وهي كالتالي:

1- فاتح البالات (Bale Plucker- Super Blender)

جدول 5-4 : فاتح البالات

2- الخلاط المغذي (Blending feeder)

جدول 5-5: الخلاط المغذي

3- حصيرة النقل (Transport lattice)

جدول 5-6 : حصيرة النقل

4- آلة تفتيح ثنائية المضارب(Two beater opener)

جدول 5-7: آلة تفتيح ثنائية المضارب

5- المكثف (Cage condenser)

جدول 5-8: المكثف

6- المضرب المتدرج ((Step cleaner (six cylinders)

جدول 5-9: المضرب المتدرج

7- آلة تفتيح أفقية Horizontal opener (porcupine or clothed type)

جدول 5-10: آلة تفتيح أفقية

8- فاصل الغبار (Dust separator)

جدول 5-11:فاصل غبار

9- المازج الاتوماتيكي (Auto mixer)

جدول 5-12: المازج الاتوماتيكي

10- نظام التغذية الشلالية لآلة الكرد (Card chute feeding system)

جدول 5-13: نظام التغذية الشلالية لآلة الكرد

5-5-1- خطة استبدال عناصر الآلة (Machine Parts Replacement Plan)

لكل جزء في الآلة عمر افتراضي تحدده الشركة الصانعة ويتبع عدد ساعات التشغيل وكمية الإنتاج وظروف التشغيل، على سبيل المثال لا الحصر، سيتم استعراض أمثلة عن بعض آلات خط الفتح والتنظيف التجارية في الجدول 5-14، حيث يتم ذكر اسم العنصر والعمر الافتراضي للعنصر أي الزمن اللازم استبداله.

5-5-2- أعمال الصيانة (Maintenance Schedules)

للصيانة دور كبير بالمحافظة على كفاءة الإنتاج وجودته والحفاظ على العمر الافتراضي لأجزاء الآلة، سنتناول موضوع الصيانة في الفصل 13 وسنذكر هنا أهم عمليات الصيانة اللازمة لعناصر خط الفتح والتنظيف. مثلا في المرحلة الأولى للتنظيف وسحب الغبار « كالآلة UNIclean B 11 » التي تعتبر آلة هامة في خط الفتح والتنظيف مصممة لتنظيف فعّال وسحب الغبار من مادة الشعيرات وتتوضع بعد مفتح البالات وتعتبر آلة فعالة ولطيفة التأثير على الشعيرات عند تنظيفها و سحب الغبار الناعمة

منها. تتم عمليات التنظيف والتشحيم شهريا أما تلميع قضبان المضارب فيحدد كل ستة أشهر ويتم خلالها مراقبة صمامات التحكم، يبين الجدول 5-15 نشاط الصيانة المطلوب وزمن تكراره (بالشهر) وعادة يتم تحديد هذه النشاطات من قبل إدارة الصيانة اعتمادا على تعليمات الشركة الصانعة.

جدول 5-14: أمثلة عن بعض آلات خط الفتح والتنظيف التجارية

جدول 5-15: نشاط الصيانة المطلوب وزمن تكراره (بالشهر)

الفصل السادس

6- آلات الكرد

Carding Machines

6-1- مقدمة (Introduction)

تعتبر عملية التسريح من أهم العمليات في مراحل الغزل القطني وتعتبر مرحلة تنظيف أخيرة لإزالة ما تبقى في المادة من شوائب ونبس وتكمّل عمل خط الفتح والتنظيف، يتم في عملية الكرد تفتيح الشعيرات (العقد) إلى مستوى الشعيرة الواحدة وتحسين خلطها وترتيبها على التوازي وتنظيف القطن من الشوائب الدقيقة مع التخلص من نسبة معينة من الشعيرات القصيرة واستبعاد الشعيرات الميتة، وبالتالي تحويل القطن إلى شريط كرد مستمر من الشعيرات وتعبئته في براميل.

سعت مراكز البحث والتطوير في الشركات المصنعة لآلات الكرد نحو تطوير مرحلة الكرد إما بخفض كلفة عملية التصنيع من خلال رفع مستوى الإنتاجية وخفض كمية الطاقة اللازمة وعدد القطع التبديلية وكلفة الصيانة والعمالة والمساحة والهدر بالمادة الأولية، أو بتحسين جودة الشريط المسرح من خلال رفع كفاءة التسريح ونزع الشوائب وتنظيم الشريط. وهنا يجب تفهم السلوك الفيزيائي للشعيرة عند تعرضها لعملية شد أو ضغط (شكل 6-1)، مما قد يؤدي إلى تقطع الشعيرات وبالتالي لا بد من تحديد نسبة تقطع الشعيرات (الألياف) خلال عملية التسريح، تعطى النسبة المئوية لانقطاع الشعيرات (FB) كنسبه بين الطول المتوسط للشعيرات قبل الكرد (l_0) والطول المتوسط للشعيرات بعد الكرد (l_1) كما تبين العلاقة التالية:

$$F_B\% = \frac{\bar{l}_0 - \bar{l}_1}{\bar{l}_1}$$

كانت عملية التسريح تتم قديما بشكل يدوي بوضع الشعيرات بين قطعتين من الخشب مزودتان بإبر (كالمشط)، عندما يكون اتجاه أطراف الإبر متوازية تتم عملية التسريح ولنزع الألياف عن المشط تجعل أطراف الإبر غير متوازية، ومن هنا أتت فكرة تصميم آلات الكرد اليدوية حيث صممت اسطوانة مكسوة بالإبر تتحرك تحت قوس خشبي مثبت عليه صفوف من الإبر وتمر بينهما الألياف المراد تسريحها. صنعت أول آلة كرد عام

1760 وكانت إنتاجية الآلات بمعدل 1.5 كغ في الساعة في عام 1809، لتصبح حوالي 7 كغ بالساعة في عام 1959، و تجاوزت الإنتاجية 50 كغ في الساعة للآلات التقليدية ذات الملفات والمشط الرجاج، تخطت الإنتاجية في الآلات الحديثة 220 كغ في الساعة. تكون إنتاجية الكرد اخفض من إنتاجية خط الفتح والتنظيف (حوالي 1 إلى 5 بنسب أوساخ منخفضة)، يستخدم عدة آلات كرد لكل خط تنظيف لتحقيق الخطة الإنتاجية المطلوبة كما في الشكل 6-2. تم تحديث التغذية الشلالية لآلات الكرد و تحديث السحب المحوري للشاشة لرفع إنتاجية آلة الكرد وتخفيض عدم انتظامية شريط الكرد ورفع نوعية المنتج، بالإضافة إلى تجهيز الآلة بالاسطوانات الضاغطة وسكاكين التنظيف ومنظمات سماكة الشاشة. لزيادة أبعاد ومقاييس البراميل التي يعبأ بها الشريط في آلات الكرد الحديثة بالإضافة إلى ميكانزمات تغيير البراميل أوتوماتيكياً تأثير واضح على زيادة إنتاجية آلات الكرد وتخفيض التوقفات وتقليل الجهد المبذول من قبل العامل.

شكل 6-2: عدة آلات كرد لخط تنظيف واحد

شكل 6-1: السلوك الفيزيائي للشعيرة

(مع نظام نقل وتنظيف هوائي)

6-2- نظرية الكرد (Carding Theory)

تبنى نظرية الكرد باختصار على عمليتين أساسيتين تتم داخل آلية الكرد وهي:

6-2-1- عملية الكرد أو التسريح (Carding)

تتم عملية التسريح لشعيرات القطن بين أي سطحين إذا كانا يتحركان في اتجاهين متعاكسين وأطراف الأسلاك المعدنية في كل اتجاه معاكس لاتجاه أطراف للآخر، أو إذا

تحرك السطحان في نفس الاتجاه ولكن بسرعات مختلفة بحيث تكون أطراف الإبر في اتجاه معاكس للأخر ومتوازية. في الشكل 6-3 (a) تكون الإبر متوازية وحركة كسوة الكردا باتجاه ميلان الإبر (Carding Action).

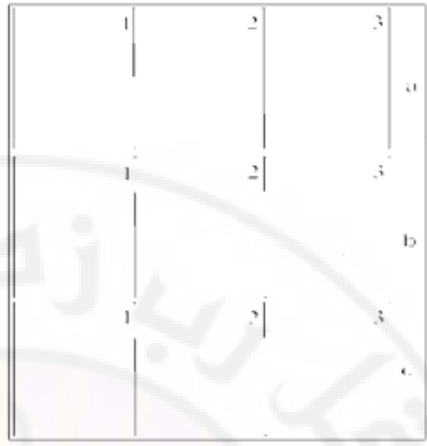
6-2-2- عملية نقل الشعيرات من سطح سلندر إلى آخر-النزع (Stripping)

تتم عملية نقل وتخليص الشعيرات إذا كان السطحان يتحركان في اتجاهين متعاكسين وأطراف السلك في اتجاه واحد أي متقاطعة وغير متوازية، وأيضا تحدث إذا تحرك السطحان في نفس الاتجاه و لكن بسرعات مختلفة. كقيام السلندر في آلة الكرد بتخليص ونقل الشعيرات من المنشار، في الشكل 6-3 (b) تكون الإبر متقاطعة و حركة احد الكسا مع ميلان الإبر والأخرى بعكسها للنقل من سطح لأخر وإزالة الشعيرات(Stripping Action). في حال كانت الإبر متوازية وجهة الحركة لكلا الكسوتين تعاكس ميلان الإبرة (Brushing Action) لا يمكن التحكم بالشعيرات وتتشابك الشعيرات وتتشكل كرات كما في الشكل 6-3 (c). بشكل عام إذا كانت أطراف الإبر متعاكسة ستتم عملية كرد وإذا كانت الأطراف في اتجاه واحد ستتم عملية تخليص.

افترض عدد من الباحثين أن عملية التسريح ناتجة عن القوة الطاردة المركزية الناتجة عن دوران السلندر و الدوفر وتأثير تيارات الهواء، في حين افترض آخرون أن عملية التسريح للشعيرات هي عملية ميكانيكية بحتة ناتجة من مركبات القوة المؤثرة على الشعيرات، وهناك فريق ثالث يجمع بين النظريتين الأولى والثانية أي أن تسريح الشعيرات ناتج من عملية ميكانيكية بالإضافة إلى تأثير تيارات الهواء. يمكن القول بان عملية الكرد أو التسريح أساسا هي عملية ميكانيكية على أن الهواء له دور كبير فيها. يمكن التعبير عن عملية الكرد بعدة مجالات عمل في آلة الكرد وعمليات ملحقة كما في الشكل 6-3 وهي:

- منطقة التغذية: يتم فيها فتح وتنظيف للشعيرات بين اسطوانة التغذية والمنشار.
- منطقة الاسطوانة الرئيسية: يتم فيها عملية نزع وتخليص بين المنشار والاسطوانة.
- منطقة الاسطوانة الرئيسية وجرائد الفلاتس المتحركة: عملية التسريح الرئيسية.
- منطقة الدوفر: يتم فيها تكثيف للشعيرات بين الاسطوانة والدوفر.
- منطقة نزع الشاشة: يتم فيها عملية تخليص بين الدوفر واسطوانات التخليص.

• منطقة رأس اللف.



شكل 6-3: نظرية الكرد

6-3- أجزاء آلة الكرد (Carding Machine Parts)

تتكون آلة الكرد (شكل 6-4) من خمسة أجزاء رئيسية هي على الترتيب، درفيل أو سلندر التغذية (Feed Roll) والمنشار (Licker In) والسلندر الرئيسي (Cylinder) والفلاتس (Flats) والدوفر (Doffer).



شكل 6-4:آلة الكرد

6-3-1- الكسا في آلة الكرد (Card Clothing)

يمكن أن تكون كسا آلة الكرد إما الكسوة أبرية (مرنة أو نصف مرنة) أو منشارية (مقساة الرأس)، يتوقف اختيارها على نوع وشروط عمل الآلة ونوع ومواصفات الشعيرات المستخدمة وشروط الإنتاج، يبين الجدول 6-1 معلومات تقنية حول كثافة الأسنان في

البوصة وعلاقتها بنوع المادة الأولية الألياف. تصنع الكسا المرنة من شريط فولاذي معالج حراريا بقطر 0.22–0.34 مم، ومثبت على طبقة قماشية أو كاوتشوكية ويُحنى من طرفه العلوي بزاوية محددة وتعالج الأسنان وتقسى كلما تآكلت رؤوسها.

جدول 6-1: كثافة الأسنان تبعا للمواد الأولية المشغلة



تستخدم الكسوة المرنة (شكل 6-5 (a)) لتنظيف الجريدة الأبرية المثبتة على الاسطوانة من الأوساخ والأجسام الغريبة العالقة ويجب أن تتداخل مع أسنان كسوة التسريح دون أن تلامس الطبقة الأساسية. تصمم كسوة الاسطوانة الرئيسية بحيث لا تحتفظ بالألياف أما الدوفر فيجب تنظيفه نتيجة لاحتفاظه بشوائب أكثر. تختلف الكسوة نصف المرنة (شكل 6-5 (b)) عن الكسا المرنة بزاوية ميلان السن والذي يكون مسطحاً ومقطعها العرضي غير دائري. ولتصميم الكسوة علاقة بالجزء العامل فالكسوة الصلبة المستعملة لتغطية سطح الاسطوانة الرئيسية والدوفر ذات أسنان حادة وكثافتها اكبر من كسوة المنشار، عند تقليل ارتفاع الإبر يقل الإجهاد أثناء عملية التسريح مما يحسن جودة شريط التسريح. الكسوة المنشارية الصلبة (شكل 6-6) تكون فولاذية وذات أسنان حادة ويمكن أن تكون الأسنان الصلبة مثبتة على طبقة مرنة من القماش أو من مواد صناعية غير مرنة وتحيط بالأسنان بالقرب من قمة السن. تؤمن الكسا الصلبة نسبة عوادم اقل من المرنة وعيوبها اقل من ناحية التغير خلال العمل وتنتج خيوط ذات جودة أفضل

وتحتاج عملية سن اقل من المرنة مما يزيد من العمر الافتراضي ويقلل من وقت الصيانة ويحسن الجودة مع تخفيض التكاليف المرافقة لذلك. تحتاج الكسا المرنة وسطيا إلى سن كل 100 ساعة عمل بينما الكسوة الصلبة تحتاج لسن كل ستة أشهر مما يزيد العمر الافتراضي للكسوة الصلبة وبالتالي جودة الإنتاج وتقليل الوقت اللازم لعملية السن. تكون زاوية الكرد (°10-إلى°5+) لكسوة لمنشار و (°12+إلى°27+) لكسوة لاسطوانة و(°20+إلى°40+) لكسوة لدوفر (الشكل 6-6).

(b) (a)

شكل 6-5: الكسا المرنة

عدد الأسنان في الـ انش المربع = $\frac{645}{\text{الخطوة(مم)} \times \text{عرض القاعدة (مم)}}$

عدد الأسنان في الـ سم المربع = $\frac{100}{\text{الخطوة(مم)} \times \text{عرض القاعدة (مم)}}$

$\frac{\text{عدد الأسنان بالانش المربع}}{6.45}$

شكل 6-6: الكسا المنشارية الصلبة

ويمكن أن تتوزع الأسنان على شكل صفوف طولية (بشكل رقعة شطرنج أو بتوزيع متساوي) للكسوة الخاصة بالتنظيف، أو على شكل صفوف مائلة بتوزع منتظم لرؤوس الأسنان (Twill) لكسوة الحصيرة الأبرية، أو بتوزع (Rib) منتظم لرؤوس الأسنان بتكرار صفين أو ثلاثة صفوف مائلة أو أربعة صفوف مائلة وتستخدم لكسوة الاسطوانة الرئيسية أو الدوفر. تحقق كسوة رقعة الشطرنج أقل ضياع للطاقة في زمن عمل الآلة وتضمن نسبة عالية من تنظيف الفلاتس للقطن. تنظف كسوة (ستريب أو توب) نفسها بنفسها

بسبب احتوائها على مجموعة نوعين من أشكال الإبر المعقوفة على أرضية واحدة وهذه الكسوة. وهناك كسوة لتنظيف الفلاتس وتكون موزعة بشكل متراص وجيد، وكسوة لتنظيف اسطوانات الفصل والنزع وتوجيه الشعيرات في نظام شفط الهواء.

ترمز الكسا برموز دالة على الشكل والأبعاد كالمثال المبين في الشكل 6-7، وهناك كسا حديثة من نوع (الجمل) لاسطوانة الكرد (شكل 6-8) ذات كثافة 61 (ppsi) بارتفاع 5 ملم وزاوية 10 درجات لألياف القطن وخلائطه. وهناك كسوة (دياغونال) وهي كسوة إبرية مائلة من نصفها الأعلى ومتطورة تستعمل في فلاتس آلات الكرد العالية السرعة.

شكل 6-7: ترميز الكسا **شكل 6-8: أسنان الجمل**

6-3-2- وحدة التغذية الآلية في آلة الكرد (Card Chute Feeding System)

يعمل المغذي (الرئيسي) الشلالي (شكل 6-9) بالتوافق مع خزان التغذية في الطرف السفلي من الخزان العلوي (1)، توجد مادة الشعيرات في الصندوق محتجزة بواسطة اسطوانة التغذية (2) وتواصل الحركة مرورا على مقاطع التفتيح المزودة بنوابض و المركبة على طاولة التغذية (3) ومن ثم إلى اسطوانة التفتيح (4)، الدوران السريع لاسطوانة التفتيح الأبرية (4) يُفتّح الألياف لأجزاء أصغر مشكلا الندف التي تندفع داخل الخزان السفلي(5). تقوم المروحة (6) ونظام توزيع الهواء بتمرير تيار هواء ثابت وموزع بشكل منتظم على كامل عرض القناة ليتم بواسطة تيار الهواء التقاط خصل الألياف المدفوعة إلى الصندوق أو الخزان العلوي. عند النهاية السفلية للقناة العلوية، تمسك الألياف الموجودة في القناة بواسطة اسطوانة التغذية وتبقى في حالة كبح، ثم تمر الألياف فوق صينية التغذية إلى رولية التفتيح حيث يعمل الدوران السريع لرولية التفتيح على تفتيح خصل الألياف إلى أجزاء صغيرة وبعد ذلك تدفع خصل الألياف المتناسقة إلى

أسفل القناة ونتيجة لذلك ينشأ تكتل كثيف وموحد من المواد الأولية التي تسحب على شكل شبكة متراصة بواسطة اسطوانة التغذية في آلة الكرد من خلال السيطرة على تغذية خصل الألياف وثبات جريان تيار الهواء. يخلق تيار الهواء الثابت ضغطاً قوياً في أسفل القناة المملوءة بالمواد الأولية والذي يؤثر على حساس الضغط الكتروني، يمر التيار من منافذ الهواء عند أسفل القناة ليعاد توجيهه إلى المروحة عن طريق فتحات منافذ الهواء.



شكل 6-9: المغذي الشلالي

6-3-3- اسطوانة التغذية والمنشار (Feed Roller and Licker In)

تغذى آلة الكرد بملف القطن (شكل 6-10) المكون من طبقات حيث تكون أوزان الوحدة الطولية داخل الملف متساوية ومتجانسة على شكل شاشة من القطن المكثف بطريقة منتظمة في الآلات الحديثة (المغذي الشلالي). تصنع اسطوانة التغذية من الفونت الرمادي ومركبة على سطح صفيحة التغذية عند نهايتها، وهي ذات سطح متعرج لمنع انزلاق حصيرة القطن ويتم ضبط المسافة بينها وبين صفيحة التغذية، تقوم اسطوانة التغذية بتغذية القطن إلى المنشار (الشوبك)، وهو درفيل اسطواني مغطى بأسنان معدنية، ومن ثم يتم تفتيح القطن وضربه لاستخلاص أكبر كمية من الأتربة والشوائب منه، تنقل الشعيرات بعد ذلك من سطح المنشار إلى سطح السلندر المغطى بأسلاك معدنية. لمنشار أهمية كبيرة ويساعد فرق السرعة الكبير بينها وبين اسطوانة التغذية على تفتيح وتنظيف حصيرة القطن وتساعد على فصل الشوائب من خلال سكاكين التنظيف

الموجودة تحته، وتكون السرعة الدورانية للمنشار حوالي (700-900) دورة في الدقيقة. كلما كانت السكين قريبة من المنشار كلما زادت نسبة الشوائب ولا داعي لتخفيض المسافة بين السكين والمنشار عند تسريح الشعيرات الصناعية لعدم احتوائها على شوائب. تلعب سرعة وعدد اسطوانات التفتيح والمسافة بينها وبين السكاكين ونوع التغذية وسرعة اسطوانة التغذية والمعايرة بين صفيحة التغذية واسطوانة التفتيح دوراً كبيراً بالتأثير على عملية تفتيح وتنظيف الشعيرات.

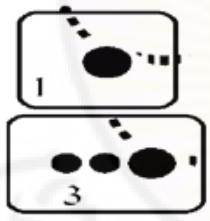


شكل 6-10: صفيحة التغذية والسكين

تكون سرعة الاسطوانة الرئيسية اكبر من سرعة المنشار واتجاه أسنانها بنفس اتجاه أسنانه مما يساعد على تخليص الشعيرات ونقلها إلى الاسطوانة بمساعدة تيار الهواء المحكم داخل آلة التسريح. يمكن أن تزود الآلة بثلاث اسطوانات تفتيح عوضا عن واحدة وذلك لزيادة فاعلية التفتيح والتنظيف، وتكون أقطارها متناقصة (مثلا 175، 115، 88 ملم) وأسنانها متناقصة الخشونة، ولها محرك خاص وتدور بسرعة واحدة ومتعاكسة جهة الدوران. ولكل منشار سكين من الألمنيوم لفصل الشعيرات العالقة والتخلص من العوادم وتكون مغطاة بغطاء مزود بأنبوب شفط هوائي وبعد الشوبك الثالث توجد سكين لفصل الشعيرات من الشوبك الثالث وتقديمها للاسطوانة الرئيسية. تلحق حصيرة بكل منشار ومهمتها القيام بعملية تسريح أولية، وهناك مصيدة للمعادن ملحقة بالآلة وحساس الكتروني موصول بمنظم سرعة اسطوانة التغذية والموصول بواسطة PLC مع المناشير

وذلك للحفاظ على نمرة شريط الكرد الناتج ضمن مجال منتظم على طول شريط لا يتجاوز المتر عن طريق إشارة كهربائية خاصة بالنمرة.

هناك إمكانية لتزويد الآلة إما بنظام المنشار الواحد أو بنظام الثلاثة مناشير (شكل 6-11)، حيث يمكن استبدال واحد بآخر حسب طبيعة المواد الأولية المشغلة لتحقيق النتائج الأمثل من عملية الكرد، مع ملاحظة أن استهلاك الطاقة الكهربائية يزداد حوالي 22%. نظام المنشار الواحد يسرح الشعيرات بلطف، بإنتاجية حتى 120 كغ، وخاصة لحالة نظام الغزل الممشط والمسرح عالي الجودة ، إذا كانت الجودة من أولويات التسريح فنظام المنشار الواحد يحافظ على جودة مقبولة نسبياً بإنتاجية أقل. يسرح نظام المناشير الثلاثة الشعيرات بفعالية وبإنتاجية عاليتين (220 كغ/ساعة)، يفضل استخدامه لنظام الغزل المسرح والتوربيني عندما تكون الإنتاجية هي الأهم ولا تتطلب مستوى عالياً من الجودة .



شكل 6-11: النظام الأحادي و الثلاثي للمناشير

6-3-4- السلندر أو الاسطوانة الرئيسية (Cylinder)

اسطوانة معدنية مجوفة ومثبته على محور (شكل 6-12) ، قطرها من 100 إلى120 سم وعرضها من 100-114 سم ومغطاة بكسوة من السلك المعدني بمعدل (600-800) سن في الانش المربع، تدور بسرعة (350-600) دورة بالدقيقة حسب نوع الخامة وتستبدل بعد تشغيل حوالي 450 طن للآلة الواحدة، في بعض الآلات تصنع من حديد الصب /الفونت الرمادي الصلب أو من صفائح الفولاذ و تصب ثم تترك في الهواء الطلق لمدة 6 أشهر إلى سنة حتى يتم ترتيب جزيئات الحديد وتتلاشى جميع

الاجهادات المتبقية داخل المعدن والناتجة عن عملية السباكة، ثم يتم تشغيلها على المخرطة وتجهز لوضع الجوانب تمهيدا لوضع المحور الرئيسي للسلندر، وبعد أن يصنع السلندر يتم إجراء الاختبار الستاتيكي و الديناميكي عليه. تؤثر على الاسطوانة مجموعة من القوى وهي ثقل الاسطوانة وقوى الطرد المركزي والقوى الناتجة عن العمليات التكنولوجية، يتولد عن هذه القوى اجهادات على سطح الاسطوانة وتغطى جوانب الآلة بصفائح معدنية لمنع تشكل تيارات هوائية.

شكل 6-12: الاسطوانة الرئيسية

تنقل شعيرات القطن إلى السلندر عبر المنشار نتيجة فرق السرعة السطحية للسلندر عن المنشار (نسبة السرع 1.8-2) متجهة إلى جرائد الفلاتس المتحركة، وتغطى جرائد الفلاتس بسلك معدني (مرن أو نصف مرن أو صلب). النسبة بين السرع السطحية للاسطوانة و المنشار أهم من السرعة المطلقة لكل منهم وعملية التسريح الفعلية تتم بين السلندر و الخمس أو الست جرائد الأولى من الفلاتس. تكون أطراف السلك المعدني للسلندر تواجه أطراف السلك المعدني لجرائد الفلات، تتفتح شعيرات القطن أكثر في هذه المنطقة وتتجه إلى الأمام محمولة على سطح السلندر عالي السرعة، بينا تقوم جرائد الفلاتس بتجميع الشعيرات القصيرة الناتجة عن عملية التسريح بواسطة الفرشاة العلوية التي تمشط الجرائد.

6-3-5- الدوفر (Doffer)

أسطوانة من الصلب أو الفونت الرمادي ذات قطر أصغر من السلندر (68 سم) يغطى سطح الدوفر بأسلاك معدنية مرنة (400 PPSI) سن في الانش المربع في

الآلات التقليدية، وأسلاك معدنية صلبة في الآلات الحديثة ذات المعدلات العالية لإنتاج، ويدور الدوفر بسرعة (40-60 دورة بالدقيقة) أي أقل من سرعة السلندر (بنسبة 30 مرة) وبعكس جهة حركته ويكون اتجاه أسنان الدوفر بعكس اتجاه الأسنان على الاسطوانة وكثافتها اقل من كثافة أسنان الاسطوانة، وبذلك تنتقل الشعيرات من السلندر إلى الدوفر نتيجة لتحرير تيار الهواء المصاحب للاسطوانة الرئيسية عند ملاقاته للمسافة الضيقة بين الاسطوانة الرئيسية والدوفر. يتناسب مستوى الجودة في عملية الكرد عكسيا مع سرعة الدوفر ومع تقليل المسافة بين الاسطوانة الرئيسية والدوفر كنتيجة لزيادة سرعة نسبة نقل الألياف، تستدعي الشعيرات الناعمة الطويلة تخفيض سرعة الآلة على عكس الشعيرات الخشنة والقصيرة. في بعض الآلات التقليدية يستمد الدوفر الحركة من الاسطوانة الرئيسية بواسطة مسننات وينقل الحركة لاسطوانة التغذية بواسطة عمود في نهايته عند اسطوانة التغذية مسنن يسمى مسنن النمرة لتنظيم التغذية للآلة. يتحرك الدوفر في الآلات الحديثة بواسطة محرك ذي منظم سرعة الكتروني، هناك حساس على نهاية الشريط المسحوب إلى آلية التعبئة في البراميل ويحول سماكة الشريط إلى إشارة خرج تنتقل لمنظم سرعة اسطوانة التغذية قبل المنشار لمراقبة نمرة الشريط على المدى الطويل.

6-3-6- الفلاتس أو الأضلع -الحصائر المتحركة (Flats)

قضبان مستطيلة مصنوعة من الفونت الرمادي على شكل حرف T مقلوب بطول يساوي عرض الاسطوانة الرئيسية مثبت عليها كسوة أبرية (شكل 6-13). عددها حوالي 106-108 ضلع في الآلات التقليدية ويكون اتجاه الأسنان فيها معاكساً لاتجاه أسنان الاسطوانة ويتم تنظيفها بواسطة فرشاة تنظيف للشعيرات والنبس أما العوادم فيتم سحبها بنظام الشفط إلى فلتر العوادم ويتم سنها كل ثمانية أشهر تقريبا وتستبدل بعد طاقة إنتاجية حوالي 450 طن. في الآلات الحديثة يتم تقوية مقطعها حتى لا يتم أي تغيير في المسافة بين أسطح الأضلع الدوارة والاسطوانة الرئيسية وتعتمد سرعتها على نوعية المادة وكمية العوادم المستخلصة، يساعد المشط والفرشاة بتنظيف الأضلع الدوارة من الشعيرات القصيرة والنبس العالقة. يقلل الانخفاض البسيط في سرعة جرائد الفلاتس من العوادم بينما الانخفاض بنسبة كبيرة يزيد من العيوب الخفية في الخيوط (شكل 6-14). تكون

كسوة تنظيف الحصائر مرنة ذات ارتفاع كبير وقطر إبرة صغير مما يجعلها أكثر مرونة بالحركة، تنظف الاسطوانة مرة أسبوعيا، أما الدوفر فيتم مرتين إلى ثلاث مرات أسبوعيا.



شكل 6-13: الحصائر المتحركة شكل 6-14: تنظيف الأضلع الدوارة

في الآلات الحديثة، حصائر الفلاتس مصنعة من الألمنيوم ويوجد هناك سير مسنن من أجل قيادة حصائر الفلاتس. تكون فراشي التنظيف (شكل 6-15) على شكل اسطوانة لها أسنان فولاذية ذات نهايات معكوفة تنظف بدورها بفرشاة أخرى ويوجد تحتها أنبوب شفط هوائي وتدور بواسطة محرك خاص حيث تقوم بتنظيف الحصيرة الدوارة. أما بالنسبة لأطراف الأضلع فتنظف بواسطة فرشاتين (واحدة بكل جهة) وتدوران بواسطة محرك خاص لكي لا يؤثر عدم نظافة أطراف الأصابع على العيار بين الحصيرة والاسطوانة. هناك فرشاة تنظيف ملحقة باسطوانة النزع في الدوفر حيث تدور بسرعة اكبر من سرعتها وبمحرك خاص بها وتوصل بنظام الشفط الهوائي للتخلص من الشوائب الباقية.

6-3-7- أجزاء متممة (Other Parts)

توجد أضلع خلفية ثابتة لتفتيح خصلات القطن القادمة من الشوبك وأضلع أمامية ثابتة من طرف الدوفر لتنهي عملية التوازي للشعيرات وتهيئها للانتقال من سطح

الاسطوانة إلى سطح الدوفر، وهناك إضلاع ثابتة تكون على شكل شبكة تحت الشوبك لتنظيف الشعيرات الصغيرة والأتربة والشوائب وتم استبدالها بالآلات الحديثة بمجموعتين من الأضلاع الثابتة لتسهيل عمليات التفتيح والتنظيف والتسريح.

سكاكين التنظيف هي قضبان مصنعة من الفونت ذات حافة حادة وتوجد ببعض الآلات أكثر من سكين تنظيف ومسافة الضبط بينها وبين الشوبك حوالي 0.25 ملم، لفصل البذور الميتة وأجزاء البذور والقشور والأتربة، وتشفط آليا بشفط الهواء إلى الفاتر أو ترفع يدويا. في آلات الكرد الحديثة تكون السكين داخل علبة اسطوانية وتحت تأثير شفط الهواء مما يزيد كفاءة التنظيف ويمكن تركيب أكثر من سكين تحت الشوبك وتحت الاسطوانة الرئيسية وأمامها وخلفها.

يوجد في الآلات الحديثة عدد من الصفائح المنفصلة عن بعضها يتخللها علبة اسطوانية لشفط الشوائب والشعيرات القصيرة ويساعد تدرج ضبط الصفائح مع الاسطوانة الرئيسية من الأوسع فالأضيق إلى توليد تيار هوائي نتيجة دوران الاسطوانة الرئيسية وتزداد سرعة الهواء عند أضيق مسافة بين الشوبك والاسطوانة ليساعد على سهولة انتقال الشعيرات من الشوبك إلى الاسطوانة (شكل 6-16).

شكل 6-15 **شكل 6-16**

6-4- آلية عمل آلة الكرد(Working Principles of Carding Machine)

تدخل الشعيرات القادمة من المغذي الشلالي (أو الملف في الآلات القديمة) عبر رولية التغذية إلى منطقة التغذية المؤلفة من ثلاثة اسطوانات حيث يتم في هذه المنطقة

عملية تفتيح ونقل للمادة الأولية إلى منطقة السلندر والذي يشكل مع حصيرة الفلاتس المتوضعة فوق منطقة التسريح منطقة التسريح الرئيسية من خلال التأثير المتبادل بين كسوتي السلندر وحصيرة الفلاتس، يزود السلندر بكسوة منشارية ويتحرك بسرعة عالية أما حصيرة الفلاتس فتكون مزودة بكسوة أبرية وتتحرك بسرعة بطيئة وتنتزع هذه الكسوة الشعيرات القصيرة خلال العمل المشترك مع كسوة السلندر، وكما تتم في هذه المنطقة عملية تسريح للمادة الأولية. جزء من الشعيرات الموجودة على السلندر تنتقل إلى دوفر النزع الأمامي والذي تكون سرعته أقل نسبياً من سرعة الاسطوانة الرئيسية والذي بنتيجته تتوضع الشعيرات على سطح الدوفر على شكل طبقات رقيقة (شاشة) حيث تقوم روليات الضغط بأخذ الشاشة الخارجة من الدوفر الأمامي بواسطة رولية النزع ليتم تكثيفها في قمع التوجيه وبعدها يمر الشريط على روليات الصقل باتجاه الفانوس لرصه داخل اسطوانة أو برميل الإنتاج (شكل 6-17).

يستخدم في آلات الكرد القديمة **المشط الرجاج** لنزع الشعيرات عن الدوفر وتحويله إلى شاشة من خلال حركة نوسية إلى الأسفل و الأعلى بحيث يتلقى الحركة من الاسطوانة بواسطة جملة من الميكانزمات المعقدة، مما يؤدي لكثرة الأعطال وتعقيد الحركته وعدم تناسب سرعته مع سرعة الدوفر (شكل 6-18). تم الاستغناء عن المشط الرجاج في الآلات الحديثة باسطوانات تخليص تدور بسرعة أعلى من سرعة الدوفر.



شكل 6-17: آلة كرد حديثة

شكل 6-18: آلة كرد قديمة

6-4-1- آلية تشكيل شريط الكرد (Mechanisms of Sliver Formation)

في الشكل 6-19 ، تقوم اسطوانة النزع (2) المكسوة بكسوة منشارية ذات اتجاه معاكس لاتجاه كسوة الدوفر بالتقاط الشعيرات من على دوفر النزع (1) وبمساعد الموجه الجانبي(3)، يقوم السلندر (2) بتسليم الشعيرات إلى اسطوانتي الضغط (4) المصنوعتين من الكروم وتدوران بواسطة محرك واحد ويوجد شفرات من الفيبر لتخليص الشاشة من البذور الباقية (تعير من قبل الحاسب الرئيسي للآلة) وذلك لتشكيل الشاشة التي تمر فوق الجسر المساعد (5) ليتم تكثيفها في القمع (7) ، في بعض الآلات يتم التكثيف بواسطة سير ناقل، ثم يقوم السلندر (8) بصقل الشريط الناتج لضمان وضع صحيح في البراميل، يساعد الجزء(6) على سهولة صيانة الآلة. تركب حساسات لإيقاف الآلة عند وجود أجزاء سميكة أو التفاف الألياف حول الاسطوانة. فرشاة تنظيف اسطوانة النزع هي عبارة عن اسطوانة مكسوة بكسوة مرنة بشكل أسلاك ناعمة عمودية على محور الاسطوانة، وتدار فرشاة التنظيف بواسطة محرك خاص وبسرعة ثابتة أعلى من سرعة اسطوانة النزع لتامين شاشة جيدة عند سحبها عن الدوفر. وننوه أنه تم تزويد الآلات الحديثة بنظام تنظيف اتوماتيكي يقوم بشفط الشعيرات والعوادم الناتجة عن وسائل التنظيف المذكورة كما في الشكل 6-20 ، مما يزيد من جودة وكفاءة العملية الإنتاجية.

شكل 6-19: طريقة تشكيل شريط الكرد

شكل 6-20: نظام التنظيف الاتوماتيكي

6-4-2- آلية تعبئة البراميل وتبديلها (Sliver Coiling and Doffing of Cans)

تنزع اسطوانة النزع الشاشة ويتم تجميعها داخل قمع لتحويلها إلى شريط، وبعد مرور الشريط من القمع قبل اسطوانات السحب يمر بقمع قياس بعد اسطوانات الضغط ومن ثم لاسطوانتي التوصيل ثم إلى الكويلر (جهاز الرص أو الطاحون) المدار بواسطة مجموعة من المسننات التي تتلقى الحركة من اسطوانات الضغط (شكل 6-21)، أو يمكن إدارته بمحرك مستقل. تؤمن القواطع الكهروميكانيكية فصل الحركة عند حدوث أي عطل، بالإضافة إلى حساس اسطوانة دليل الشريط الذي يوقف الآلة لوجود عيب في الشريط.

عند امتلاء البرميل يقوم حاسب الآلة بإعطاء أمر للقمع الموجود عند بداية الطاحون فيرتفع بواسطة مكبس هوائي قاطعا الشريط الداخل للبرميل. يوجد ثلاث اذرع ملتقية بالمركز تدار بواسطة محرك خاص وتدور عند امتلاء البرميل لتدفع البرميل الممتلئ وليحل محله البرميل الفارغ، وهناك حساس على الأذرع ذو نهاية حرة وأخرى ثابتة حيث تنطبق النهاية الحرة على الذراع عند وجود البرميل ليعطي المفتاح الكهربائي إشارة إلى وجود برميل. عندما تبديل البرميل يتم قطع شريط الكرد بواسطة فاصل الشريط ليسمح لمبدل البرميل بتبديل البراميل بدون توقف كما يبين الشكل 6-22.

شكل 6-21: آلية تعبئة البراميل

شكل 6-22: الية تبديل البراميل وأنواع قواعد البراميل

يدور الصحن العلوي و السفلي لآلية حركة البرميل باتجاهين و بسرعتين مختلفتين وبانزياح محوري مقداره a. العلاقة بين قطر البرميل D والمعطيات المبينة في الشكل 6-23 لآلية تعبئة البراميل تحدد بالعلاقة:

$$D = 2(a + r + 0.5d + \delta)$$

حيث إن (r) نصف قطر دوران فتحة الخروج أو المسافة من محور فتحة خروج الشريط في الصحن العلوي و حتى محور دورانها و (d) قطر فتحة الخروج لقناة الصحن العلوي (أكبر بقليل من القطر الأعظمي للشريط) و (δ) الفراغ بين الشريط و

حرف البرميل وهو ضروري للشريط ليتحرك بسهولة ($4-5mm$). باعتبار لقناة مرور الشريط المائلة مستوٍ مائل وعندما يكون طول نهاية الشريط المعلق (مساوياً 0) فان:

$$[\mu.p.\cos\beta = p.\sin\beta] \Rightarrow [\mu = tg\beta]$$

حيث أن (μ) معامل احتكاك الشعيرة بالمعدن و (β) زاوية ميل قناة الصحن العلوي. عند قيم تصميمية معطاة لارتفاع القناة (h) فإن نصف قطر دوران فتحة خروج الشريط $\left(r = \frac{h}{\mu}\right)$. نتيجة الحركة الدورانية و الانزياح المحوري (a) فإن الشريط يتوضع في البرميل على شكل لفات منزاحة الواحدة بالنسبة للأخرى و ملتفة على شكل طبقات حول السطح الداخلي للبرميل. في الآلات الحديثة، تدور قاعدة البرميل بمحرك مستقل متزامن مع حركة الطاحون ليتم توزيع الشريط في البرميل حسب الشكل المطلوب حيث تتوزع الحلقات بعيدا عن مركز البرميل ويؤمن جهاز الشفط الهوائي المزود والمتصل بجهاز الشفط الهوائي الرئيس للآلة باستخراج الأتربة والشوائب المتبقية بالشريط.



شكل 6-23

6-5- حسابات خاصة بعملية الكرد وتحديد العوادم

(Carding Calculations and Waste calculation)

تعد العقد في شاشة الكرد من أهم العوامل المؤثرة على مظهر الخيط وبالتالي على درجة جودته، ينخفض عدد النبس في مرحلة الكرد وهناك علاقة طردية بين نسب النبس بالخيوط ونسبة النبس بشريط الكرد. و فيما يلي بعض التعابير الهامة:

- ✓ طول شريط الكرد الناتج هو جداء طول الملف المغذى بنسبة السحب
- وزن العوادم هو الفرق بين وزن الملف المغذي ووزن شريط الكرد الناتج

تكون نسبة العوادم بين 4 إلى 7 بالمائة، **العوادم الكلية تساوي مجموع** عوادم المنشار و عوادم المروحة وعوادم الاسطوانة والدوفر وعوادم الفلاتس، يبين الشكل 6-24 العلاقة التي تبين نسبة العوادم ومدى تأثرها بسرعة الاسطوانة الرئيسية والمنشار.

شكل 6-24: العلاقة بين نسبة العوادم وسرع الاسطوانة الرئيسية والمنشار

تعطى العلاقة العامة بين السرع في آلة الكرد:

$$V_f << V_t < V_c > V_d < V_s < V_{cr} < V_{ca} < V_{sc} \quad (m.min^{-1})$$

حيث أن:

V_c: سرعة الاسطوانة V_t: سرعة المنشار V_f : سرعة اسطوانة التغذية

V_s: سرعة اسطوانة الفصل V_d: الدوفر سرعة

V_{cr}: سرعة اسطوانة الضغط V_{sc}: سرعة الرصاص V_{ca}: سرعة الكالندر

ويتم حساب نسب السحب وفق التالي:

$$D_{ft} = V_t / V_f \qquad D_{tc} = V_c / V_t \qquad D_{cd} = V_d / V_c$$

$$D_{ds} = V_s / V_d \qquad D_{scr} = V_{cr} / V_s \qquad D_{crc} = V_{ca} / V_{cr}$$

$$D_{csc} = V_{sc} / V_{ca}$$

تكون نسب السحب المذكورة اكبر من 1 باستثناء النسبة D_{cd}، أن نسبة السحب الكلي في الآلة (نسبة السحب الميكانيكي) وبعد إهمال (D_{ds}, D_{scr}, D_{crc}, D_{csc}) لصغرها واعتبارها واحدة و تكون مساوية لنسبة السرعة المحيطية للدوفر إلى السرعة المحيطية لدرفيل التغذية كما في العلاقة التالية:

$$D_{TM} = D_{ft} \cdot D_{tc} \cdot D_{cd} = V_d / V_f$$

تتناسب سرعة آلة الكرد عكسا مع نعومة الألياف المراد تسريحها و تتناسب الجودة عكسا مع سرعة الدوفر، بنقصان المسافة بين الاسطوانة الرئيسية والدوفر تزداد سرعة نسبة نقل الألياف وجودتها. اقترحت بعض الأبحاث أن تتم عملية الكرد في درجة حرارة لا تقل عن 10 درجات وان تكون الرطوبة (50%–55%). نسبة سحب الشعيرات الفعلية تساوي نسبة وزن متر طولي من الملف المغذي إلى وزن متر طولي من الشريط الناتج: $(D_{TF} = M_L/S_L)$

حيث أن (M_L) الكتلة الطولية للألياف الموردة ($g \times m^{-1}$) و (S_L) نمرة شريط الكرد kTex. وعلى اعتبار أن نسبة العوادم المئوية w فيكون:

$$D_{TM} = D_{TF} (1 - w)$$

يجب أن يتم قياس الأوزان بالشروط النظامية نتيجة خسرانها نسبة من الرطوبة كأثر لارتفاع الحرارة المتولدة عن عملية الكرد. وتكون الإنتاجية النظرية هي كمية الإنتاج التي يتم تحقيقها خلال واحدة الزمن ويعبر عنها بالكيلو غرام خلال ساعة، أما الإنتاجية العملية هي كمية الإنتاج المحققة فعليا بعد تنزيل كمية الإنتاج الضائعة نتيجة توقف الآلة لأسباب مختلفة فهي نسبة من الإنتاجية النظرية يعبر عنها بنسبة الانتفاع من الآلة أي وتتراوح من85% إلى 92% .

إن رفع إنتاجية الآلة غير ممكن من دون رفع سرعتها أو زيادة نمرة الشريط الناتج، و في كلا الحالتين سيكون هناك تأثير سلبي على الجودة ونسبة الهدر وفي زيادة الاستهلاك بالقطع والصيانة.

جوهر التطوير بآلة الكرد الحديثة (مثلا في آلات شركة ريتر الحديثة) هو زيادة عرضها حتى 1.5 م وتصغير قطر السلندر الرئيسي مقارنة مع آلات الكرد التقليدية لتحقيق إنتاجية تصل حتى 220 كغ/ساعة وتصميم على أساس وحدات وظيفية مستقلة وبزيادة إنتاجية 40 % بجودة مماثلة أو أفضل.

يبين الجدول 6-2 مقارنة ين آلة كرد تقليدية وآلة كرد حديثة، يعطى عامل الكرد بضرب عرض الآلة في عدد الفلاتس الموجودة بمنطقة التلامس. يؤمّن السلندر الرئيسي العريض بالآلة إنتاجية عالية ولكن ليس على حساب الجودة، فقطره الصغير هو من جهة عامل رئيسي بتأمين نزع طبيعي أفضل للشوائب، ومن جهة أخرى يضمن ثبات الوسط الحراري ضمن الحدود المسموحة لمنع حدوث التشوهات بسطح السلندر مما يسيء إلى جودة الشريط الناتج بالنظافة والانتظامية، الأمر الذي لا يمكن تفاديه لحالة القطر الكبير للسلندر.

جدول 6-2: مقارنة ين آلة كرد تقليدية وآلة كرد حديثة

من الضروري مراقبة آلة الكرد ومراحل عملها وعلاجها بالصيانة في حال اختلاف النمر الناتجة عن النمر المطلوبة، حيث تتم عملية صيانة وتنظيف لتحقيق نمرة الشريط المطلوبة. ويفضل عدم استخدام الشريط الناتج في فترة الضبط لأنه غير خاضع

للمواصفات والجودة المطلوبة. درس بعض الباحثين انتقال الشعيرات بين الدوفر والاسطوانة وخلصت الدراسة إلى المخططات المدرجة في الشكل 6-25.

شكل 6-25: انتقال الشعيرات بين الدوفر والاسطوانة الرئيسية

يبين الشكل 6-26 تمثيل توزيع كتلة الألياف خلال دوران آلة الكرد ، وباعتبار أن Q_0 هي كمية الشعيرات المغادرة لمنطقة الكرد، Q_1 هي الكمية المنقولة من الاسطوانة للدوفر ، Q_2 هي كمية الطبقة المراد تدويرها على الاسطوانة الرئيسية.



شكل 6-26: توزيع كتلة الألياف خلال دوران آلة الكرد

خلال دورة واحدة للاسطوانة الرئيسية ستدور نقطة معينة على الدوفر مسافة (L_d):

$$L_d = \frac{2\pi R_c V_d}{V_c}$$

حيث أن (R_c) نصف قطر الاسطوانة بالمتر و (V_d) السرعة السطحية للدوفر (م\دقيقة) و (V_c) السرعة السطحية للاسطوانة (م\دقيقة)، إذا افترضنا الإنتاجية kg/h ($P = 3.6V_dT$) حيث T هو نمرة شريط الكرد (ktex) سيكون:

$$Q_1 = TL_d = \frac{200\ \pi\ R_c\ p}{3.6\ V_c}$$

$$Q_0 = TL_d = \frac{200\ \pi\ R_c\ p}{3.6\ K\ V_c}$$

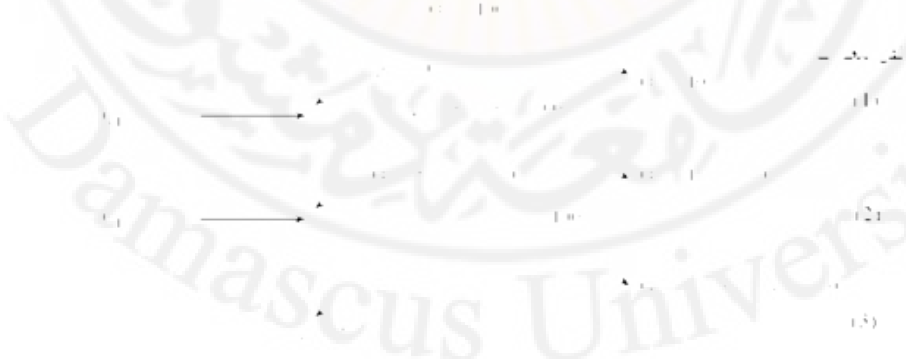
قيم (K) الممثلة للنسبة بين (Q1) و (Q0) تعطى بالمجال (0.02–0.18).

$$Q_0 = Q_{LC} + Q_2 - Q_f$$

تعبر (Q_f) عن كمية الشعيرات التي تعطى لعوادم الفلاتس خلال كل دورة للاسطوانة، و تعطى (Q_{LC}) كمية الشعيرات المغذاة للاسطوانة في كل دورة بالعلاقة:

$$Q_{LC} = \frac{Q_L V_f}{V_c}$$

حيث أن (Q_L) كمية الشعيرات على المنشار و (V_t) السرعة السطحية للمنشار و (V_c) السرعة السطحية للاسطوانة. يمكن تلخيص عملية نقل الشعيرات لكل دورة للاسطوانة في المخطط المبين في الشكل 6-27. يبين تأثير سرعة الاسطوانة على نقل كتلة الشعيرات بالجدول 6-3.



شكل 6-27: عملية نقل الشعيرات لكل دورة للاسطوانة

جدول 6-3: تأثير سرعة الاسطوانة على نقل كتلة الشعيرات

Cylinder speed rpm	Q reduction %	Q reduction %	Q reduction %	k
[illegible]				
[illegible]	-	[illegible]	-	[illegible]
[illegible]	-	[illegible]	-	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

6-6- القوى المؤثرة على الألياف في عملية الكرد

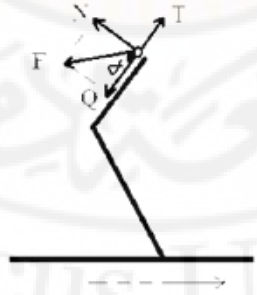
(Forces Effected on Fibre in Carding)

، وفي حال تحرك الكسوة نحو اليمين فتكون القوى المؤثرة على الشعيرات في الشكل 6-28 كالتالي:

$$Q = F\,cos\alpha$$
$$N = F\,sin\alpha$$
$$T = \mu.N = \mu.F.\sin\alpha$$

حيث (F) القوة المؤثرة على الشعيرات وأسنان الكسوة و(N) قوة الشد التي تقوم بالتسريح و(Q) القوة التي تشد الشعيرات إلى جزر السن. وهناك قوة احتكاك (T) تعاكس القوة (Q) ويجب أن تحقق الشرط التالي لتتمكن الإبرة من التمسك بالشعيرات:

$$Q \geq T \quad \rightarrow \quad tg\,\alpha = \frac{1}{\mu}$$



شكل 6-28:القوى المؤثرة على الألياف.

وهو شرط احتفاظ قاعدة السن بالشعيرة، تكون قيمة (μ) تساوي 0.28 للقطن و (0.35-0.38) للصوف. وبالتالي كلما كانت الزاوية (α) كبيرة كلما كانت قوة التسريح

كبيرة، ولكن لا يجوز زيادتها حتى لا يحدث سحب للشعيرات من قبل الكسوة وللتخفيف من قوى الطرد اللامركزية. بالنسبة للآلات الحديثة تستخدم الكسا الصلبة بزوايا (75-80) درجة ومقطع قطع ناقص للإبرة.

6-7- القوى المؤثرة على سطح الاسطوانة (Forces Effected on Cylinder)

يلعب تصميم الاسطوانة دوراً في تصميم بقية الأجزاء وتكون الاسطوانة مجوفة مثبتة على محور بواسطة عوارض و مقصات مثبتة بشكل محكم، وتصنع جوانبها من الفونت ويجب أن تكون الاسطوانة متوازنة لتقليل الاهتزاز عند العمل بسرعات عالية.

شكل 6-29: القوى المؤثرة على سطح الاسطوانة

يؤثر على سطح الاسطوانة قوة ثقل الاسطوانة وقوة الطرد المركزي الناتج عن الدوران وهناك قوى ناتجة عن العمليات التكنولوجية والتي يمكن إهمالها لصغرها، من الشكل 6-29 نحسب الضغط الناتج عن الاسطوانة (P_r) والقوة السطحية (P_x):

$$P_r = \frac{S}{t.R}$$

$$P_x = \mu \times P_r$$

حيث (S) قيمة الشد و (t) خطوة السن و (R) نصف القطر و (μ) معامل الاحتكاك الستاتيكي بين الكسوة و سطح الاسطوانة.

تنتج اجهادات على سطح الاسطوانة ناتجة عن تأثير نصف الثقل (G) والذي يتوازن نصفه الأخر مع القوى المرنة الداخلية والاجهادات:

$$\frac{G}{2} = 2.\sigma_1.h.l$$

حيث (h) سماكة الاسطوانة و (l) طول الاسطوانة و(σ_1) الإجهاد، وبالتالي يعطى الإجهاد الناتج عن تطبيق قوة الثقل (σ_1):

$$\sigma_1 = \frac{G}{4.h.l} = \frac{m.g}{4.h.l}$$

يعتمد الإجهاد الناتج عن قوة الطرد المركزية (σ_2) على الكثافة النوعية للمادة (ρ) وعلى مربع السرعة المحيطية للاسطوانة (V):

$$\sigma_2 = \omega^2.R^2.\rho = V^2.\rho$$

حيث (ω) السرعة الزاوية للاسطوانة و (R) نصف قطرها ومن هنا يجب تصنيع الاسطوانة من خلائط معدنية ذات كثافة نوعية قليلة للمحافظة على سرعة إنتاج عالية. يعطى الإجهاد الكلي (σ) بالعلاقة:

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2 = \frac{m.g}{4.h.l} + V^2.\rho$$

6-8- حسابات ميكانيكية لآلية نقل الحركة في آلة الكرد

(Mechanical Calculation in Carding Machine)

يستخدم نظام قيادة الفرامل والفاصل الواصل في توقيف آلة الكرد حيث تفصل الاسطوانة عن الحركة وتتابع الدوران نتيجة عطالتها وتتباطأ بسبب كوليات مثبته على الجزء الداخلي لطوق الاسطوانة الرئيسي لتتباطأ الاسطوانة حتى تقف. عند إقلاع آلة الكرد، يجب أن يكون الإقلاع سلساً ويكون الزمن اللازم للإقلاع t_1 :

$$t_1 = \frac{I_0.\pi.n_p}{30\,(M - M_c)} \qquad (s)$$

و يكون الزمن اللازم للتوقف t_2 :

$$t_1 = \frac{I_0.\pi.n_p}{30\,(M + M_T)} \qquad (s)$$

حيث (M) عزم القوى المحركة للعمود المحرك على المحرك الكهربائي N.m و (M_c) عزم المقاومة المطبق على عمود المحرك N.m و (M_T) العزم الاحتكاكي اللازم

للتوقف والناتج عن الفرملة N.m و (n_P) سرعة دوران المحرك الكهربائي rpm و (I_0) عزم العطالة المطبق على عمود المحرك $kg.m^2$، ويمكن حسابها بالعلاقة:

$$I_0 = I_d + \sum_{i=1}^{n} I_i . \frac{\omega_i^2}{\omega_p^2}$$

حيث أن (I_d) عزم العطالة للأجسام الدوارة الموجودة على المحرك الكهربائي kg.m2 و (I_i) عزم العطالة لأجزاء الآلة التي تدار بواسطة المحرك $kg.m^2$ و (ω_i^2) السرعات الزاوية لأجزاء الآلة الدوارة rad/s و (ω_p^2) السرعة الزاوية للدوران عند انتهاء الإقلاع rad/s .

6-8-1- حسابات نقل الحركة (Gearing Calculation)

من الشكل 6-30 يمكن اجراء الحسابات التالية:

- سرعة اسطوانة الملف (lap roller):

$$n = 1440 \times \frac{160 \times 140 \times 26 \times 30 \times\ 30 \times 190 \times 50}{230 \times 140 \times 70 \times 96 \times 190 \times 34 \times 51} \times \frac{12 \times 2 \times 30 \times 15 \times 20}{27 \times 40 \times 24 \times 25 \times 26} = 1.3 \text{ rpm}$$

- سرعة اسطوانة التغذية (feed roller):

$$n = 1440 \times \frac{160 \times 140 \times 26 \times 30 \times\ 30 \times 190 \times 50 \times 12 \times 2 \times 30}{230 \times 140 \times 70 \times 96 \times 190 \times 34 \times 51 \times 27 \times 40 \times 24}$$

n= 2.79 rpm

- سرعة المنشار (الشوبك) (licker in):

$$n = 1440 \times \frac{160}{230} = 1001.73 \text{ rpm}$$

- سرعة الاسطوانة (cylinder):

$$n = 1440 \times \frac{160}{537} = 429.1 \text{ rpm}$$

- سرعة الدوفر (يأخذ الحركة من الاسطوانة وينقل الحركة إلى اسطوانة التغذية):

$$n = 1440 \times \frac{160 \times 140 \times 26 \times 30 \times 30}{230 \times 140 \times 70 \times 96 \times 190} = 18.35 \text{ rpm}$$

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

شكل 6-30: مخطط آلة كرد

- سرعة اسطوانة الفرشاة (brush roller):

$$n = 1400 \times \frac{113}{75} = 2109 \text{ rpm}$$

- سرعة اسطوانة التخليص (take off roller):

$$n = 1440 \times \frac{160 \times 140 \times 26 \times 30 \times 30 \times 190}{230 \times 140 \times 70 \times 96 \times 190 \times 32}$$

$$= 109 \text{ rpm}$$

- سرعة اسطوانة التغذية (delivery calendar roller):

$$n = 1440 \times \frac{160 \times 140 \times 26 \times 30 \times 30 \times 190 \times 32 \times 85 \times 18}{230 \times 140 \times 70 \times 96 \times 190 \times 64 \times 24 \times 20 \times 18}$$

$$n = 308.85 \text{ rpm}$$

- سرعة اسطوانة الكويلر (جهاز الرص) (coiler calendar roller):

$$n = 18.35 \times \frac{190 \times 32 \times 85 \times 24 \times 32 \times 37 \times 28 \times 16}{64 \times 24 \times 20 \times 30 \times 35 \times 19 \times 27 \times 16}$$

$$= 455.98 \text{ rpm}$$

- السرعة السطحية لاسطوانة التغذية (feed roller):

$$n = \pi DN = \pi \times (80/25.4) \times 2.79 = 27.59 \text{ inches/min}$$

- السرعة السطحية لاسطوانة الضغط (calendar roller):

$$n = \pi DN = \pi \times (72/25.4) \times 308.85 = 2749.14 \text{ inches/min}$$

حساب السحب:

السحب الميكانيكي= (السرعة السطحية لاسطوانة الضغط)÷(السرعة السطحية لاسطوانة التغذية)

السحب الميكانيكي= (2749.14) ÷ (27.59) = 99

يبين الشكل 6-31 طريقة حساب السحب الميكانيكي لآلة تقليدية أعطي مخططها.

شكل 6-31: السحب الميكانيكي لآلة تقليدية

عند استخدم مسنن ذي 70 سن في نقل القدرة من منطقة الدوفر إلى منطقة المنشار بماكينة الكرد التقليدية بالاشتراك مع مسنن أخر متعشق معه خطوتهما المشتركة 30 مم. علما أن سرعة دوران المسنن الأول 300 لفة/دقيقة والضغط علي محيط دائرة التماس 600 نيوتن، **ستكون القدرة المنقولة:**

القدرة المنقولة = (عدد الأسنان×الخطوة×الضغط بين الأسنان×عدد اللفات)

= (70 ×30× 300 ×600) /(1000×60) =6300 watt

6-9- تعيير آلات الكرد ومشاكلها

(Carding Machine Setting and its Problems)

إن عملية تعيير آلة الكرد تعتمد على سرعة الأجزاء ونوع الشعيرات فكلما كانت السكين قريبة من الشوبك كلما زادت كمية الشوائب، وكلما كانت السكين الأمامية قريبة من الاسطوانة الرئيسية كلما كانت شوائب أضلاع الحصيرة الأبرية اقل، وهناك جداول تكنولوجية ترفق مع الآلة تبين نقاط التعيير والمعايرات اللازمة لتحقيق الجودة المطلوبة

لشريط الكرد وذلك حسب تصميم الآلة ونوع الشعيرات المستخدمة من الشركات المصنعة كالجدول 6-4.

جدول 6-4: مثال عن عملية تعيير آلة الكرد

فيما يلي المشاكل الأكثر شيوعا في آلة الكرد وأسبابها وحلولها:

1- اختفاء الشاشة وعدد عالي من تقطعات الشريط:

- عيار أغطية (صفائح) السلندر بعيده عن السلندر ويتم ضبط العيارات.
- تثلم أو ضرر في كسوة الدوفر (أسلاك الدوفر غير جيدة) وبالتالي سيؤدي أيضاً إلى تزايد النبس ويتم تنظيف و شحذ أو استبدال كسوة الدوفر.
- عيار واسع لرول تعرية الدوفر ويتم تصحيح المعايرة.

2- الدوفر لا ينزع الشعيرات بشكل جيد من السلندر:

- أغطية (صفائح) السلندر الأمامية قريبة من السلندر ويتم ضبط عيار الصفائح.
- تثلم في كسوة الدوفر ويتم شحذ أو استبدال كسوة الدوفر.

3- شاشة غير منتظمة:

- المسافة بين غطاء المنشار و المنشار واسعة ويتم تصحيح المسافة.
- صحن التغذية بعيد عن المنشار ويتم تصحيح المسافة.
- تثلم في كسوة المنشار ويتم استبدال كسوة المنشار.
- ميل أو عيار خاطئ للأصابع ويتم ضبط العيار و شحذ أو استبدال كسوتها.

- عيار صفائح تغطية السلندر واسعة ويتم ضبط العيار حسب تعليمات المصنّع.

4- فراغات في الشاشة:

- عيار صفائح تغطية الدوفر مختلفة ويتم ضبط العيار.
- تجمع الشعيرات على الحواف بين السلندر والدوفر ويتم ضبط العيار بينهما.
- ضرر في كسوة الدوفر أو زيادة السحب ويتم استبدال كسوة الدوفر.

5- التصاق الشريط برولات الضغط:

- خطأ أو ضرر بشفرة النزع ويتم إجراء صيانة.
- الشد غير كافٍ عند شفرة النزع ويتم تصحيح الشد.
- السحب غير كافي بين رولات الضغط ويتم رفع نسبة السحب.
- ضغط اسطوانات الضغط عالي جداً ويتم تقليل الضغط وفق الحالة.
- الرطوبة النسبية عالية جداً أو منخفضة جداً، الرطوبة النسبية للقطن %(45-55) ودرجة الحرارة (21-27) درجة مئوية ولأجل المادة الصنعية الرطوبة %(55-65) ودرجة الحرارة (25-30) درجة مئوية.
- احتواء القطن على أجزاء البذور، يتم تنظيف شفرة النزع و تخفيض الرطوبة.
- التصاق في الشاشة ويتم تقليل درجة الحرارة و تنظيف رولات الضغط.

6- تمزق حواف الشاشة لان شوط التغذية عريض، يجب أن يكون أضيق من عرض الكرد.

7- تراكم الشعيرات بين سطوح الكرد وصفائح التغطية أو تراكم الشعيرات حول السلندر و الدوفر:

- سطوح الكرد تكون متسخة أو عليها شحمة ويتم تنظيف السطوح.
- صفائح تغطية الكرد (السلندر و الدوفر) عياراتها غير صحيحة وكمية من الشعيرات ملتفة على السلندر ويتم تنظيف السطوح وضبط العيارات.

8- اختلاف الشريط:

- تغذية خاطئة ويتم تصحيح التغذية أو رول التغذية لا مركزي ويتم معالجته.
- التعشيق الخاطئ أو كسر للمسننات ويتم تصحيح المسننات أو استبدالها.
- عيار صفائح تغطية السلندر الخلفية واسعة و حسب تعليمات الشركة المصنعة.

- الدوفر لا مركزي ويتم اكتشاف مصدر اللامركزية والتصحيح.
- اسطوانة الدوفر لا مركزي ويتم اكتشاف مصدر اللامركزية والتصحيح
- اسطوانات الكلندر لا مركزية ويتم اكتشاف مصدر اللامركزية والتصحيح
- سحب زائد بين رولات الكلندر وصحن الرش أو شد زائد ويتم تقليل السحب و/أو ضبط الشد أو اسطوانات الفصل متسخة ويتم تنظيفها.

9- نزع الشعيرات عن الدوفر غير منتظمة بسبب ضرر بكسوة اسطوانة الفصل ويتم استبدال الكسوة، أو وجود زيت أو أوساخ على الكسوة ويتم تنظيف الكسوة.

10-سقوط الشاشة نتيجة عيار خاطئ بين الدوفر و رول التعرية ويتم ضبط العيار حسب تعليمات الشركة المصنعة للكرد.

6-10- الأجهزة الملحقة بآلات الكرد الحديثة

(Other Equipments in Modern Carding Machines)

كانت آلات الكرد القديمة تدار بواسطة محرك واحد وأصبحت تدار بواسطة عدة محركات، ويبين الشكل 6-32 مقارنة بين آلات الكرد ويبين الفرق بين ميكانزمات نقل الحركة وخصوصا في آلات الكرد الحديثة والتي تم استخدام محركات وانفيرترات لتخفيض عدد العناصر الناقلة للحركة والمساعدة على أتمتة العملية و التحكم بها (شكل 6-33).

تتميز الآلات الحديثة (شكل 6-34) بعدة ميزات تسمح برفع كفاءة التسريح و بأقل عدد من القطع الإضافية لتخفيض الاجهادات على الشعيرات ومن استهلاك الطاقة اللازمة لشفط الهواء، وبالتالي تخفيض كلفة الإنتاج.

توفر آلات الكرد الحديثة نظام السحب الديناميكي لشاشة الكرد من الدوفر وتقديمها لآلية تشكيل وتعبئة الشريط بشكل منتظم بلا انقطاعات مما يؤمن استمرار الآلة بالعمل لعدة ورديات متتالية بدون انقطاع للشريط مما يزيد مردود آلة الكرد، ويوجد نظام كهربائي لتعديل المسافة بين صفيحة التغذية والمنشار دون توقيف الآلة وذلك بالعلاقة مع رتبة القطن المشغل ومستوى الجودة المطلوب. يتم تحقيق الدقة في منطقة التسريح الرئيسية بفضل المرونة بالتحكم بسماكة طبقة القطن بالعلاقة مع الإنتاجية ومستوى الجودة، وذلك باستخدام قطع إضافية ثابتة قبل وبعد منطقة الفلاتس (مقاطع مزودة بكسوة أبرية أو

منشارية) وهناك تجهيزات أخرى تساعد في عملية التسريح وشفط الشوائب والنبس بالإضافة إلى أنظمة أوتوماتيكية لفحص النبس وضبط المسافة بين الفلاتس والسلندر، وذلك للتقليل من عدد النبس في الشريط الناتج مع تقادم الكسوة. تؤمن الأنظمة الأوتوماتيكية كنظام الشحذ الأوتوماتيكي (IGS) لكسوة السلندر و لكسوة أصابع الفلاتس كسوة حادة بشكل دائم ومبرمج ودون الحاجة إلى توقيف الآلة أو تدخل العامل و تخفيض ملحوظ بزمن توقف الآلة لصيانة الكسوة مما يمدّ من عمر الكسوة (أكثر من 30 %) ويخفض من اليد العاملة مع تأمين مستوى جودة عالي للشريط.



شكل 6-32: مقارنة بين آلات الكرد

شكل 6-33: آلة حديثة من ((Trützschler))

يبين الشكل 6-35 نظام كرد مزدوج لرفع جودة الشريط من خلال تقليل تقطعات الألياف وتقليل نسبة العوادم، ولكن تكلفته كبيرة ويحتاج طاقة ومساحة اكبر مما يشكل عامل سلبي، وتستخدم للاقطان عالية الجودة وفي أنظمة غزل الطرف المفتوح للتخلص

من مشاكل الغبار حيث لها كفاءة تنظيف عالية وجودة من حيث قلة نسبة النبس والقطوعات في عملية الغزل ومظهرية جيدة للخيط.



شكل 6-34: المخطط الكينيماتيكي لآلة الكرد (تروتشلر DK903)

شكل 6-35: نظام كرد مزدوج

تزود آلات الكرد الحديثة بأنظمة اتوماتيكية وأنظمة تحكم مناسبة لجميع أنواع الشعيرات الطبيعية والكيميائية بطول لا يزيد عن 65 مم. آلة الكرد الحديثة تتصل بجهاز تغذية شلاليه مزود بنظام متطور لتأمين طبقة شعيرات منتظمة السماكة (مثلا Aerofeed–U system)، يبين الشكل 6-36 التغيرات الحاصلة خلال الآلة الواحدة ومن آلة لأخرى. يلحق بالة الكرد منظم اتوماتيكي ذو نظام دارة مغلقة (طويل المدى) للتغلب على الاختلافات في نمرة شريط الكرد وهو نظام مراقبة الكتروني مزود بحساسات الكترونية تحول سماكة الشريط إلى إشارة كهربائية تنتقل بواسطة متحكم الكتروني (PLC)، ثم إلى منظم سرعة موصول مع اسطوانة تغذية قبل الشوبك لتنظم سرعة التغذية حسب الإشارة الكهربائية لتراقب نمرة الشريط على المدى الطويل. عند الاختلاف في نمرة شريط الكرد يتم إرسال أمر إلى وحدة التحكم عن مدى الاختلاف بين النمرة المطلوبة والنمرة المنتجة، يتم التحكم بالتغذية ونسبة السحب لآلة الكرد وتحقيق الهدف بزمن قليل حسب تعديل السرع والحصول على نمرة الشريط المطلوب.



شكل 6-36: التغيرات الحاصلة خلال الآلة الواحدة ومن آلة لأخرى

في أنظمة القياس الميكانيكية، الشكل 6-37، ترفع زيادة سماكة شريط الكرد اللسان أو الاسطوانة العليا مما ينبه بعدم انتظامية الشريط، ويحول الأمر الميكانيكي لإشارة الكترونية تنتقل إلى وحدة التحكم فالصمام الهيدروليكي ثم المكبس الذي يتحكم بسرعة اسطوانات التغذية.

شكل 6-37: أداة الأخدود واللسان لنظام التحكم لآلة الكرد

يمكن أن يتم بقياس سماكة الشاشة المغذية أو السماكة لوحدة الطول ومن ثم التحكم بالتغذية من خلال حساس الضغط على صفيحة التغذية لآلة الكرد مما يجعل النظام قادراً على التحسس والتحكم بسماكة الشاشة المغذية، وهناك جهاز تحكم آلي في ماكينة الكرد بطريقة ضغط الهواء باستعمال قمع خاص لتكثيف الشريط المنتج ويمكن قياس التغيرات في الضغط بواسطة مقياس مثبت بالجزء السفلي من القمع نتيجة اختلاف سماكة الشريط والتي تتحول لإشارة كهربائية تتحكم بسرعة درفيل التغذية حيث تم تطبيقه في بعض الآلات كنظام طويل المدى الشكل 6-38. يكون نظام التحكم للدارة المفتوحة (قصيرة المدى) أسرع بسبب تجاهل الوقت اللازم لعملية الكرد ولكن لا توجد تغذية راجعة لمعرفة نتيجة العملية بعد التصحيح، ولان نظام التحكم للدارة المفتوحة يأخذ أمراً من حساس بنهاية عملية الكرد ويأخذ وقتاً أطول للتغذية الراجعة فهو يسمى منظماً بعيد المدى. مثلا في جهاز ICFD –CORRECTAFEED (جهاز التنظيم قريب المدى) يعمل من أجل ضبط نمرة الشريط (شكل 6-39). تفحص سماكة الشاشة بواسطة شرائح نابضية الجزء تلو الآخر , تعدل سرعة محرك رولية التغذية بواسطة المتحكم حسب الفرق بين القيمة المراد قياسها و القيمة الفعلية المقاسة لنمرة الشريط. يوضح الشكل 6-40 الفرق بين المنظمات القصيرة المدى والطويلة، حيث يعمل المنظم قصير المدى على

ضبط الشريط آليا بعد عملية القياس ويعمل ضمن مجال 25%. المنظم طويل المدى يعمل بقياس موجات طويلة أي إذا استمر الخلل لفترة معينة تتجاوز فترة التنظيم الآتي، يتم إعطاء أمر لاسطوانة التغذية في بداية الكرد بزيادة أو تخفيض التغذية. يمكن إجراء عملية سحب مباشرة على الشريط الناتج عن آلة الكرد في حالة الغزل التوربيني.

شكل 6-38: استخدام صفيحة وزنيه لأنظمة التحكم بحلقة مفتوحة



شكل 6-39: جهاز ICFD-CORRECTAFEED



شكل 6-40:الفرق بين المنظمات القصيرة والطويلة المدى

6-11- مواصفات فنية لآلة كرد عالية الإنتاجية

(Technical Specifications of Modern Carding Machine)

تتميز الآلات الحديثة بنظام تحكم بالكمبيوتر مع شاشة لمس وقيادة آلية لكل من اسطوانة التغذية والدوفر ووحدة التغذية، وتزود بنظام تكنولوجي مرن وتشكيل الشريط يكون بسرع مختلفة، تزود صينية التغذية بحساس لمقدار التغذية ويوجد نظام مراقبة للجودة حيث يتم فحص كل متر من الشريط قبل وصوله للبرميل. تحتوي آلية التغذية على جهاز لكشف المعادن والأماكن الثخينة ومزودة بأجهزة تنظيف ووحدات شفط للعوادم بحيث يوجد نظام شفط حديث يغطي جميع نقاط الآلة، وتحتوي على حساس يقيس سماكة الشريط، والآلة ذات مبدل أوتوماتيكي للبراميل الدائرية (قطر 1000 ملم، ارتفاع 1500 ملم)، يبين الجدول 6-5 التالي مواصفات فنية لآلات الكرد الحديثة.

جدول 6-5: مواصفات آلة كرد حديث

يبين الجدول 6-6 أمثلة عن اسم الآلة واسم العنصر والعمر الافتراضي للعنصر حين يجب استبداله لبعض الآلات التجارية.

جدول 6-6: اسم الآلة واسم العنصر والعمر الافتراضي للعنصر

اسم الآلة	اسم العنصر	عمر العنصر

بالإضافة لأعمال التنظيف على سبيل المثال يتم مراجعة ونظافة الأجزاء المختلفة لماكينات الكرد ذات معدلات الإنتاج العالي حسب عدد ساعات التشغيل:

✓ كل ساعتين يتم التأكد من نظافة سكينة تخليص الشاشة ونظافة جهاز الرص من الزغبار و نظافة درفيل تخليص الشاشة (بعد إيقاف الدوفر).

✓ كل أربع ساعات يتم التأكد من نظافة غطاء مروحة الطرد ومروحة المحرك الرئيسي ومحرك الدوفر ويجب أن يتم التفتيش على علبة توصيل الشفط وإزالة أي عوادم متراكمة أو أتربة بداخله

✓ كل ثمانية ساعات يتم تنظيف درافيل الكويلر(جهاز الرص) والتأكد من نظافة فلاتر الكرد من الداخل والخارج ونظافة تحت الآلة من هبو أو أي أتربة.

✓ كل أربع وعشرين ساعة يجب التأكد من نظافة مدخل الفلاتس وإزالة الزغبار وعوالق القطن وإزالة الزغبار من البكر عند مدخل الفلاتس ومخارجها.

- ✓ كل 500 ساعة عمل يجب مراجعة ضبط الفلاتس وإعادة الضبط إذا لزم الأمر مع إيقاف السلندر الرئيسي ومراجعة الشد في سيور نقل الحركة الرئيسية والفرعية.
- ✓ يتم تغيير الزيت والتشحيم حسب تعليمات الشركة الصانعة
- ✓ يتم إجراء التنظيف الكامل كل شهرين، ويتم جلخ الفلاتس بعد إنتاجية (80-100 طن) و جلخ الاسطوانة والدوفر بعد إنتاجية (160-200 طن) .
- ✓ يتم استبدال كسوة الاسطوانة والدوفر بعد إنتاجية (800-1000 طن) وتستبدل كسوة الفلاتس بعد إنتاجية (400-500 طن) و تستبدل فراشي التنظيف بعد إنتاجية (450 طن) ويستبدل المنشار الوحيد (15-200 طن) إما في حال المناشير الثلاثة فتستبدل بعد إنتاجية (2000 طن) للأول و (450 طن) للثاني و (450 طن) للثالث.

الفصل السابع

7- آلات السحب

Drawing Machines

7-1- مقدمة (Introduction)

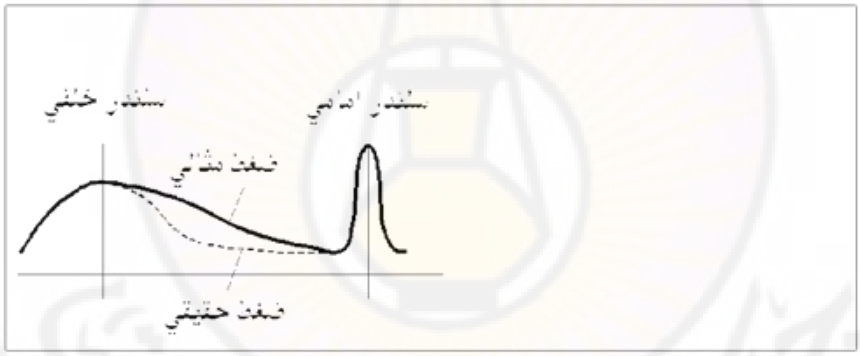
تهدف مرحلة السحب إلى تحسين انتظام وتوازي الشعيرات في الشريط وزيادة تجانس وخلط الشعيرات وفرد الانحناءات الأمامية والخلفية الموجودة بالشعيرات وتقليل العيوب والاختلافات في وزن الوحدة الطولية من الشريط بدرجة كبيرة نتيجة عملية الازدواجات وتتم على مرحلتين أو ثلاث مراحل وذلك بزيادة سرعات المجموعات الأمامية من اسطوانات السحب عن سرعة المجموعات الخلفية منها.

يكون معامل الاختلاف في الشريط الناتج من عملية السحب أقل بكثير من معامل الاختلاف في أي من الأشرطة قبل عملية السحب، يبين الشكل 7-1 إعادة ترتيب أوضاع الشعيرات العشوائية في الشريط حتى تصبح مستقيمة ومتوازية في اتجاه محور الشريط وتحقق النمرة المطلوبة لثمانية أشرطة، وبنسبة سحب 8 لتصبح شريطاً واحداً أكثر انتظامية ويحقق مزجاً جيداً بين الأشرطة ذات الألوان المختلفة (الأبيض والأسود).

شكل 7-1: ثمانية أشرطة كرد ويسحب نسبته 8

7-2- نظرية السحب (Drawing Theory)

تعتمد نظرية السحب على إمرار مجموعة الشعيرات بين زوجين من الاسطوانات بحيث تكون المسافة بينهما تزيد عن الطول الفعال للشعيرات بمقدار بسيط وتكون السرعة السطحية لزوج الاسطوانات الأمامي أكبر من السرعة السطحية للزوج الخلفي لإحداث حركة نسبية بين الشعيرات. تتحرك الشعيرات الممسوكة بواسطة الاسطوانات الأمامية بسرعة اكبر من سرعة الشعيرات الممسوكة بالاسطوانات الخلفية (أو غير ممسوكة – السابحة) ويعمل الاحتكاك بين الشعيرات على زيادة استقامتها وفردها في اتجاه محور الشريط فتصبح أكثر توازيا من حالتها قبل السحب. يحدث خفض لعدد الشعيرات في المقطع العرضي للشعيرات ويتوقف انخفاض العدد على النسبة بين السرعة السطحية للاسطوانات الأمامية والاسطوانات الخلفية، ويجب أن يكون الضغط بين الاسطوانات الأمامية أعلى من الضغط بين الاسطوانات الخلفية (شكل 7-2).



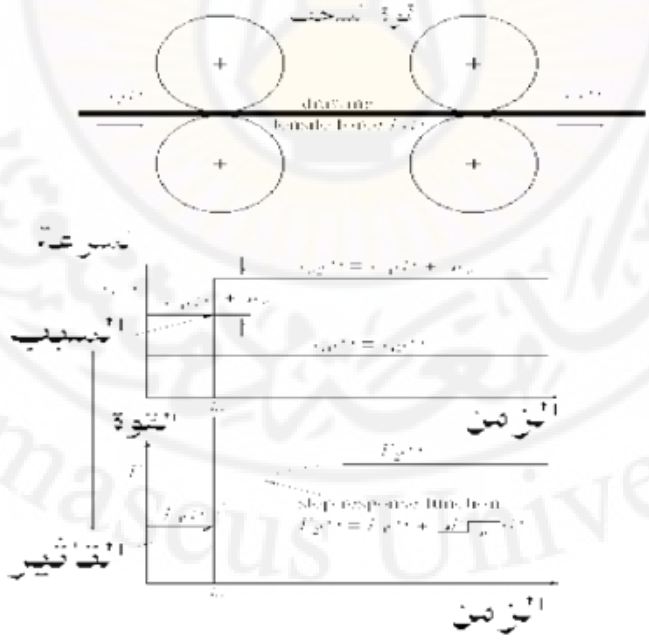
شكل 7-2: مناطق الاحتكاك وتوزع الضغط بين الاسطوانة الأمامية والخلفية

7-2-1- مجالات السحب (Drawing Zones)

كل جهاز سحب يتكون من عدة أزواج من الاسطوانات السفلية والعلوية والمنطقة المحصورة بين كل زوجين من الاسطوانات تسمى منطقة سحب، وفي هذه المنطقة يتم جزء من السحب الكلي بالآلة والمنطقة بين السلندرين الخلفي والأوسط تسمى منطقة السحب الخلفي والمنطقة المحصورة بين الأوسط الأمامي تسمى منطقة السحب الأمامي و تتدرج قوة السحب من الخلف إلى الأمام حيث تقل في الخلف وتزيد في الأمام. يبين الشكل 7-3 مثالاً عن تغير نسب السحب تبعا للعملية المطلوبة.

شكل 7-3: تغير نسب السحب تبعا للعملية المطلوبة

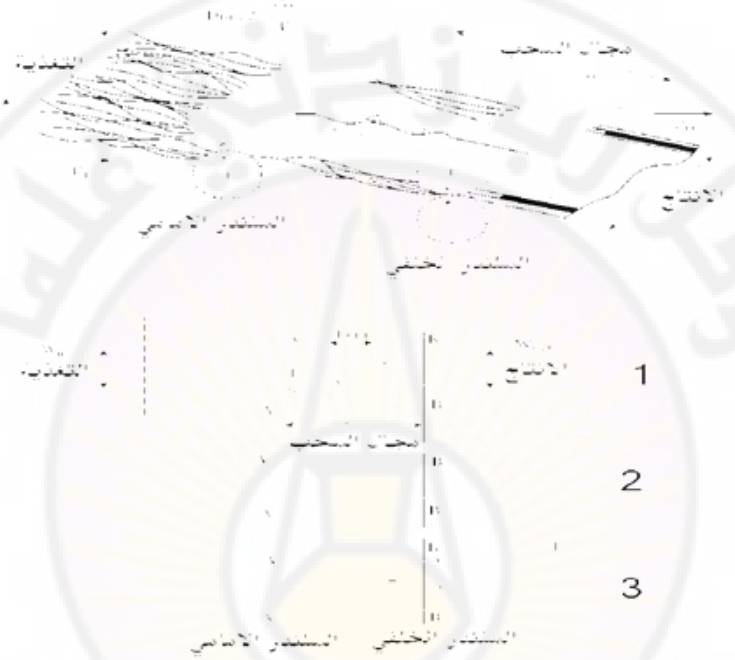
يبين الشكل 7-4 مدى تغير قوى السحب وعلاقتها مع الزمن واختلاف السرعة في مجال السحب حيث يجب أن تكون المسافة بين الاسطوانات كافية لجعل انقطاع الشعيرات أقل ما يمكن، وفي نفس الوقت ضيقة بدرجة كافية تجعل التحكم في الشعيرات أثناء السحب أفضل ما يمكن. نسبة قليلة من الشعيرات القصيرة العائمة لا يمكن التحكم فيها أثناء عملية السحب قد تسبب درجة معينة من عدم الانتظام.



شكل 7-4: مدى تغير قوى السحب وعلاقتها مع الزمن واختلاف السرعة في مجال السحب

7-2-2- انزياح الشعيرات (Fibre Movement)

يبين الشكل 7-5 عملية السحب على جهاز سحب بسيط مؤلف من زوجي اسطوانات سحب أمامي وخلفي. وبفرض أن الزوج الأمامي يملك سرعة كبيرة وقوة ضغط أكبر من زوج الخلفي، يحدث انزياح للشعيرات خلال عملية السحب.



شكل 7-5: عملية السحب على جهاز سحب بسيط

سوف تتحرك الشعيرات الأولى الواقعة تحت ضغط زوج اسطوانات المخرج بسرعة اسطوانات التغذية، ويتم حساب انزياح الشعيرات :

$$s_o = V_o.t = V_o \frac{S_i}{V_i} = s_i.I$$

حيث أن (t) هو الزمن الذي تنزاح النهايات الأمامية للشعيرات خلاله و (S_0) انزياح الشعيرات تحت تأثير الاسطوانة الأمامية و (S_i) انزياح الشعيرات تحت تأثير الاسطوانة الخلفية و (v_0) سرعة الشعيرات تحت تأثير الاسطوانة الأمامية و (v_i) سرعة الشعيرات تحت تأثير الاسطوانة الخلفية و (I) نسبة السحب.

تتناقص قوة السحب وتتزايد المسافة بين حقول قوى الاحتكاك عند زيادة المسافات بين أزواج الضغط، و تقل قوة السحب عند زيادة استقامة الشعيرات أو زيادة طولها (لأن الشعيرة تقع تحت تأثير الضغط الخلفي) أوعند تقليل سماكة الشريط. تزداد قوة السحب ويكبر طول حقل قوى الاحتكاك وتوتره عند زيادة الحمولة على الاسطوانات. تكون قوة السحب للشريط الخارج من الآلة الذي يحوي رؤوس شعيرات متجهة باتجاه حركته أعلى بـ 15-20% منها في عملية السحب في الاتجاه المعاكس، ترتفع قوة السحب إلى 20% عند زيادة سرعة دوران الاسطوانة الأمامية من 0.15 حتى 11.5 دورة/دقيقة وبعدها تستقر. كلما كان عدد الشعيرات أكبر في المقطع العرضي (عند سماكة ثابتة للمنتج) كانت محصلة قوى الاحتكاك أكبر. يعتمد السحب بشكل عام على قطر اسطوانات السحب وتعيير الاسطوانات ومسافاتها وقساوة الاسطوانات العليا وشكل سطحها وشكل سطح الاسطوانات السفلى والضغط المطبق ونوع وشكل أو أداة توجيه الشعيرات كأعمدة الضغط أو السيور و مستوى السحب ومدى تباينه بين مجالات السحب.

7-2-2-1- شدة عملية السحب- نسبة السحب (Draw Ratio)

تعبر نسبة السحب I عن شدة عملية السحب أي عدد مرات زيادة طول المنتج بعد عملية السحب أي تعبر عن انخفاض الكثافة الخطية لمجموع الشعيرات أو زيادتها.

$$I = \frac{l_2}{l_1} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

حيث أن (l_1) طول المنتج قبل عملية السحب بالمتر و(l_2) وطول المنتج بعد عملية السحب بالمتر و(v_1) سرعة المنتج قبل عملية السحب و(v_2) سرعة المنتج بعد عملية السحب و(T_1) الكثافة الخطية بالتكس للمنتج قبل عملية السحب و(T_2) الكثافة الخطية بالتكس للمنتج بعد عملية السحب و(N_1) النمرة المترية للمنتج قبل عملية السحب و(N_2) النمرة المترية للمنتج بعد عملية السحب. إنّ عدد الشعيرات في مقطع الشريط بعد السحب ووزن واحدة الطول للشريط الناتج وكذلك النمرة الناتجة سوف تكون أقل بـ I مرة عنها في الشريط قبل السحب. أي أن الانزياح بين الشعيرات يزداد بمقدار I مرة وذلك مع إهمال كمية العوادم الناجمة عن عملية السحب.

يتم خلال عملية السحب استقامة وترتيب وتوازي الشعيرات نتيجة احتكاك الشعيرات بعضها ببعض واحتكاكها بأجزاء جهاز السحب:

$$I = \frac{n_1 \eta_2}{n_2 \eta_1}$$

حيث إن (n_1) عدد الشعيرات في المقطع العرضي للمنتج قبل عملية السحب و (n_2) عدد الشعيرات في المقطع العرضي للمنتج بعد عملية السحب و (η_1) معامل استقامة الشعيرات قبل عملية السحب و (η_2) معامل استقامة الشعيرات بعد عملية السحب.

7-2-3- أنظمة السحب (Drafting Systems)

تختلف أنظمة السحب بأبعادها وشكلها وطريقة تصميمها من آلة إلى أخرى ولكنها تعتمد على مبدأ واحد حيث يكون البعد بين اسطوانات السحب المتتالية اكبر من الطول الوسطي للشعيرات بقليل، عند اختيار أجهزة السحب يجب مراعاة ما يلي:

1. أقصى قوة سحب يمكن الحصول عليها من جهاز السحب.
2. أقصى سرعة سطحية للسلندر المنتج.
3. مجال نمر الخيوط التي يمكن غزلها باستعمال الجهاز ومتانتها وانتظاميتها.
4. كميات العوادم التي تنتج من الجهاز وعدد القطوعات.
5. سهولة الفك والتركيب والصيانة والتنظيف وتكاليف الصيانة اللازمة للجهاز.
6. سهولة معايرته وضبطها.

توجد عدة أنظمة للسحب منها مع سيور (سير واحد أو سيرين) ومنها أجهزة سحب بدون سيور، وتتنوع حسب أطوال التيلة ونمر الخيوط وجودته ولكنها ذات مبدأ واحد. هناك أجهزة سحب ذات توضع أفقي لاسطوانات السحب ومنها عمودي وأخرى ذات توضع مائل، يمكن تلخيص مراحل تطور أجهزة السحب كما يلي:

نظام السحب 2/2: جهاز سحب بسيط يتكون من زوجين من الاسطوانات ولا توجد أي وسيلة للتحكم في الشعيرات أثناء عملية السحب، ويحتوي على منطقة سحب واحدة والجهاز لا يمكن إنتاج نمر عالية منه وجودة المنتج محدودة.

نظام السحب 3/3 (شكل 7-6): يتكون الجهاز من ثلاثة أزواج من الاسطوانات يوجد بينهما منطقتان للسحب، منطقة خلفية بين الاسطوانة الخلفية والأوسط ويكون السحب في هذه المنطقة بسيطاً (السحب الخلفي) وذلك للتغلب على قوة مقاومة البرمات الموجودة لعملية انزلاق الشعيرات بحيث يسهل بعد ذلك حركة الشعيرات في المناطق الأمامية للسحب ويكون السحب في المنطقة الأمامية هو الأكبر والسحب الكلي يساوي حاصل ضرب السحب الخلفي والسحب الأمامي. لا توجد في هذا الجهاز وسيلة للتحكم في الشعيرات القصيرة والعائمة مما يقلل الجودة الناتجة منه، يساعد عمود الضغط الملحق به على تماسك الشعيرات ضمن مجال السحب، و عمود الضغط هو عمود من الصلب غير القابل للصدأ ذو مقطع دائري يركب على جلبتين على جانبي السلندر الأوسط ويكون موضعه بين الاسطوانة الأمامية والثانية بحيث يعمل على المحافظة على الشعيرات من التشتت في المنطقة الأمامية ويتم فكه بعد رفع الضغط وإخراج السلندر الأوسط العلوي وفك الجلبتين الجانبيتين ثم تنظيفه وإعادة تركيبه.

شكل 7-6: نظام السحب 3/3

نظام السحب 4/4 (شكل 7-7): يتكون من أربعة أزواج من اسطوانات السحب و ثلاث مناطق للسحب وهي منطقة السحب الأمامي ومنطقة السحب الأوسط ومنطقة السحب الخلفي مما يساعد على التدرج في قوى السحب من الخلف للأمام وعادة تكون منطقة السحب الخلفية ذات نسبة السحب الأقل لتقليل احتمالات تقصف الشعيرات. تكون جودة الشريط الناتج مقبولة وخصوصا عند تشغيل أقطان عالية الرتبة ويكون معامل الاختلاف بين أطوال الشعيرات منخفضاً ويعطي الجهاز قوة سحب تتراوح بين 18–22

نيوتن، قد تظهر تموجات السحب لعدم وجود وسيلة للتحكم في الشعيرات القصيرة والعائمة .

شكل 7-7: نظام السحب 4/4

يبين الشكل 7-7 مجالات السحب المختلفة ونسبها حيث: نسبة سحب المجال الخلفي < نسبة سحب المنطقة الوسطى < نسبة سحب المجال الأمامي. يعطى السحب الكلي(D_{Total}) بدلالة السحب في كل من مجالات السحب:

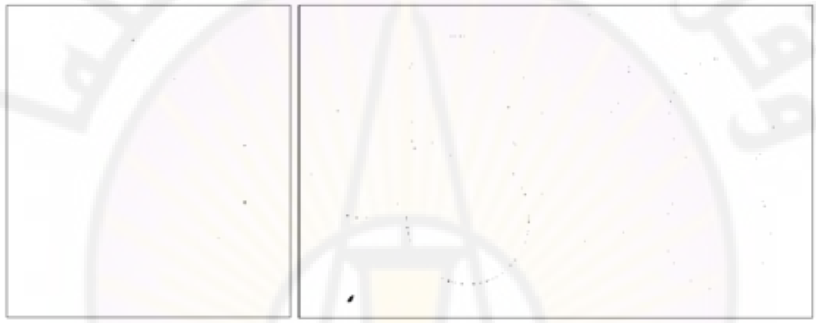
$$D_{Total} = D_1 \times D_2 \times D_3 = (V_2/V_1) \times (V_3/V_2) \times (V_4/V_3) = V_4/V_1$$

جهاز سحب 3/4: يوفر قدرة على التحكم في الشعيرات بسبب المنحنى أو القوس التي تسير عليه الشعيرات والذي ينشأ عن ضغط قليل يساعد على التحكم في الشعيرات وتقع أهميته بمعالجة مشكلة الشعيرات العائمة. وهناك جهاز آخر يبنى على نفس الفكرة وهو ما يسمى بجهاز **4/3** (أو جهاز فاني) وهناك أنظمة سحب **5/4** والتي تؤمن قيادة أفضل للشعيرات وتسهيل عملية الصيانة (شكل 7-8 **و** شكل 7-9).

جهاز السحب ذو السير الجلدي المفرد: يعتبر من أجهزة السحب العالي و يستخدم في الأقطان المتوسطة ويستعمل في آلات البرم الحديثة. يتم تركيب سير جلدي على السلندر السفلي الأوسط كما يركب دليل أمامي ودليل سفلي للحفاظ على شد السير وليتم تحريك السير الجلدي عليه. يحمل السير الشعيرات التي تترك السلندر الأوسط إلى الأمام حتى توصيلها إلى أقرب مسافة من الاسطوانة الأمامية حتى يتم مسكها من الاسطوانة الأمامية للتحكم في الشعيرات القصيرة والعائمة، كما يبين الشكل 7-10.



شكل 7-8: مجالات السحب



شكل 7-9: أنظمة سحب



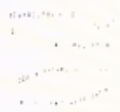
شكل 7-10: جهاز السحب ذو سير جلدي مفرد

جهاز السحب ذو السير الجلدي المزدوج: وهو جهاز سحب يتكون من سيرين من الجلد مركبين على مجموعة اسطوانات يمر بينها شريط الشعيرات حتى يصل إلى الاسطوانات الأمامية والتي تدور بسرعة أعلى من السرعة المحيطية للسيرين ويتحكم تماما في الشعيرات العائمة (شكل 7-11). يمتد السير إلى أقرب ما يمكن من الاسطوانات الأمامية للتحكم في الشعيرات القصيرة في أطول مسافة ممكنة ويمكن الحصول من هذا الجهاز على سحب عالي(بين 15 و50) وغزل خيوط رفيعة، ولكن

عيب هذا الجهاز أنه معقد التركيب وكثير الأجزاء و يحتاج إلى صيانة أكثر. وهناك جهاز السحب المركب مكون من جهازي سحب من أجهزة ذات سير مزدوج يوجد بينهما مكثف للمحافظة على الشعيرات أثناء انتقالها من الجهاز الخلفي إلى الجهاز الأمامي وهذا الجهاز يستخدم في حالات خاصة وتصل قوة السحب فيه حتى 120. وهناك أجهزة سحب أخرى مثل نظام GILL BOX للصوف والشعيرات الطويلة (شكل 7-12).



شكل 7-11: جهاز السحب ذو السير الجلدي المزدوج



شكل 7-12: نظام GILL BOX للصوف

7-3- أجزاء آلة السحب والية العمل
(Drawing Machine Parts and Working Principles)

يمر الشريط المغذى من البراميل إلى أدلة الشريط ثم اسطوانات التغذية فأدلة توجيه الشريط على طاولة الأشرطة حيث يتم تجميع الشريط على طاولة الأشرطة ويتم نقله بواسطة اسطوانتين إلى اسطوانات السحب السفلية والعلوية ،ثم يتم تجميع الشاشة الناتجة بواسطة قمع تجميع وتمر إلى اسطوانتي الضغط ثم إلى الأنبوبة المائلة والمحلزن لتصل إلى برميل الشريط (شكل 7-13)، يوفر نظام الشفط الهوائي تنظيف الشريط من الغبار والشعيرات المتطايرة.

شكل 7-13: أجزاء آلة السحب

7-3-1- نصبة التغذية (المنصب المعدني أو الكريل) Creel

عبارة عن مواسير من الصلب أو الألمنيوم ناعمة الملمس تكون خلف الآلة وتكون أعلى من براميل شريط التغذية حتى يتم رفع الشريط عليها ليسهل حله وخروجه. ترتكز على قاعدة من أسفل تثبت في الأرضية وتحمل من أعلى طاولة الأشرطة واسطوانتي الرفع والأدلة، يوضع تحت النصبة من 6 أو 10 براميل في كل جانب حسب تصميم الآلة (شكل 7-14). يمر الشريط إلى دليل ثابت وخلف هذا الدليل ذراع الحساس الكهربائي الذي يعمل على إيقاف الآلة عند قطع الشريط ثم يمر الشريط إلى درفيل الرفع الذي يعمل على رفع الشريط من البرميل نتيجة دورانه، ثم يمر الشريط إلى أدلة ثابتة مثبتة على طاولة الأشرطة بنظام معين والتي تعمل على رص الأشرطة المتجاورة على طاولة الأشرطة والتي تساعد على منع حدوث سحب كاذب وتخفض التوقفات نتيجة انقطاع الشريط وتسهل التعامل معها عند حدوث الانقطاعات.



شكل 7-14: توضع البراميل

7-3-2- اسطوانات التوجيه (درفيلي الرفع)

درفيلان أملسان مصنوعان من الحديد والصلب غير القابل للصدأ، يعملان على رفع الأشرطة من البراميل نتيجة احتكاكها مع الدرفيلين خلال دورانهما وتغذية الآلة. تستخدم عدد من الأثقال المزدوجة في الآلات التقليدية فوق كل درفيل لتامين الضغط اللازم حسب عدد الأشرطة المغذاة، تسمح الاسطوانة بمرور شريطين من أشرطة التغذية بينها وبين درفيل الرفع ويعتبر القطن عازلاً، فإذا قطع أحد الأشرطة يسقط الثقل ويعمل على غلق الدارة الكهربائية وإيقاف الآلة (شكل 7-15) وتضيء لمبة للتنبيه. تركب كل اسطوانة ضغط على رولمان لسهولة الدوران وتعزل عن الآلة وطاولة الأشرطة.



شكل 7-15: درفيلي الرفع

7-3-3- طاولة الأشرطة (Slivers Table)

لوح من الحديد محمل على قوائم مثبتة على الأرض وبجسم الآلة وتغطي من أعلى بطبقة من الصلب غير القابل للصدأ ومركب عليها أدلة للشريط بترتيب خاص يجعل

الأشرطة تسير متجاورة ومتوازية، يوجد اسطوانتا تجمع الأشرطة في نهاية طاولة الأشرطة. عند الصيانة يمكن فك طاولة الأشرطة بعد فك الحساسات الكهربائية وفك اسطوانات الضغط ودرافيل الرفع، ثم فك مسامير تثبيت طاولة الأشرطة المتصلة بالآلة وفك مسامير التثبيت المتصلة بالحامل المثبت بالأرض. وإعادة تركيبها.

7-3-4- أدلة طاولة الأشرطة (Table Guides)

عبارة عن أعمدة من الصلب غير القابل للصدأ أو الألمنيوم وهي مثبتة بطاولة الأشرطة بواسطة جلب وحوامل ومسامير تثبيت يتم فك مسامير التثبيت ثم فك مسامير الجلب ثم سحب المواسير التالفة وتركيب أخرى سليمة مكانها أو إصلاحها وإعادة تركيبها ثم يتم تثبيت مسامير ربط المواسير مع الجلب (شكل 7-16).



شكل 7-16: أدلة طاولة الأشرطة

7-3-5- اسطوانة تجميع الأشرطة

وهو عبارة عن سلندر عليه اسطوانة علوية لكل ممر ويدور نتيجة الاحتكاك مع السلندر ويعمل مع السلندر على جر الأشرطة على طاولة الأشرطة بدون شد ثم تمر الأشرطة خلال ممر بين الاسطوانة واسطوانات السحب، وهذا الممر متسع من ناحية الاسطوانة ويضيق ناحية اسطوانات السحب ليوجه مجموعة الأشرطة إلى اسطوانات السحب.

7-3-6- دليل الأشرطة (Sliver Guide)

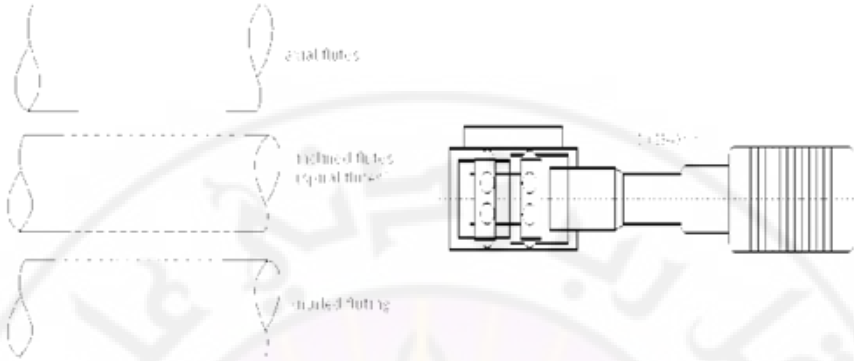
وهو عبارة عن صفيحة خلف اسطوانات السحب متسعة من الخلف وضيقة من الأمام تعمل على تجميع الأشرطة تمهيدا لدخولها إلى اسطوانات السحب ويوجد أمامها دليل آخر خلف الاسطوانات يمكن توسيعه وتضييقه حسب عدد الأشرطة وحتى لا تخرج الأشرطة على أطراف اسطوانات السحب.

7-3-7- اسطوانات السحب (Drafting Rollers)

وهي مجموعة من الاسطوانات السفلية الحديدية المضلعة ويوجد فوقها مجموعة من الاسطوانات العلوية المكسوة بالكاوتشوك (المطاط) لتحمل السرعات العالية وعدم حدوث كهربية والتقليل من الضجيج. للتحكم في تغذية الشريط إلى جهاز السحب يدار السلندر السفلي بينما السلندر العلوي يدار بواسطة الاحتكاك (شكل 7-17). يتوقف عدد الاسطوانات وأقطارها على نظام السحب المستخدم كما ذكر سابقا.

الأسطوانات السفلية هي عبارة عن وصلات مربوطة ببعضها البعض بواسطة قلاووظ عكسي يعمل على عدم فك الاسطوانات أثناء الدوران، وتكون الوصلات ذات خطوة صغيرة للإقلال من التسامحات في منطقة الوصل. يمكن فك الوصلات وإخراج كل وصلة على حدة ويمكن إخراج السلندر كاملا. تركب الاسطوانة الأمامية والاسطوانة الثانية على كرسي واحد مثبت على كرسي الاسطوانات لا يتحرك للأمام أو للخلف والاسطوانة الخلفية مثبت على كرسي مستقل ويمكن تحريكه للأمام أو للخلف حسب مسافة الضبط بعد فك أغطية الكراسي وتعشيقة المسننات. تقوم الآلة بإدارة **اسطوانات السحب السفلية** المصنوعة من الصلب وذات السطح المتموج لتتمكن من مسك الشعيرات بإحكام بينهما وبين الاسطوانات العلوية حيث أن السطح المتعرج يعطي معامل احتكاك أعلى من السطح الأملس، يبين الشكل 7-18 التحزيز المحوري والمائل والتصالبي لمنع عملية انزلاق الشعيرات. يغطى سطح **اسطوانات السحب العلوية** بطبقة من الجلد أو الكاوتشوك الصناعي لإعطاء مرونة معينة تسمح بمسك الشعيرات بينهما وبين الاسطوانات السفلية دون أن تقطعها، حيث أنه لو كانت كل من الاسطوانات العلوية و السفلية معدنية فإنها تعمل على قطع الشعيرات وتدور نتيجة الاحتكاك مع الاسطوانات السفلى حيث تكون الاسطوانات العليا مضغوطة على الاسطوانات السفلى

لتعطي قدرة للاسطوانات على مسك الشعيرات وسحبها من بعضها وفي حال كان الضغط غير كاف، فان اسطوانات السحب تنزلق على الشعيرات دون أن تسحبها.



شكل 7-17: اسطوانة السحب العلوية

شكل 7-18: اسطوانة السحب السفلية

لتتم عملية السحب داخل مناطق السحب يجب مسك الشعيرات من طرف وسحبها أو شدها من الطرف الآخر عن طريق ضغط السلندر العلوي على السلندر السفلي، ولا يتم الضغط على محور السلندر العلوي مباشرة ولكن يتم الضغط على جلبة مركبة على محور السلندر العلوي وهذه الجلبة داخلها جلب من النحاس أو رولمان يسهل عملية دوران محور السلندر العلوي وتركب هذه الجلب في كراسي اسطوانات السحب. كلما زادت قوى الضغط على اسطوانات السحب العلوية زاد تكثيف الشعيرات ومجال قوى الاحتكاك وكذلك اجهاد مجال الاحتكاك. إن لزيادة قطر الاسطوانات ومحاور السحب الضاغطة دوراً بزيادة التماس بين سطوحها والشعيرات وزيادة مجال الاحتكاك وخفض الاجهاد، ولتشوه تغطية الاسطوانات تأثير على طول مجال السحب واجهاد قوى الاحتكاك.

توجد عدة طرق للضغط على اسطوانات السحب العلوية أهمها الضغط بالنوابض (الأكثر شيوعا) أوبالضغط الهوائي (شركة ريتر) أوالهيدروليكي (قليل الاستخدام) أوالمغناطيسي (Saco Lowell). سنتناول طرق الضغط بالتفصيل كما يلي:

التحميل بالأثقال الثابتة أو السكونية: وتتلخص هذه الطريقة في تحميل أثقال ثابتة تتدلى من شناكل معلقة على جانبي كل سلندر من الاسطوانات العلوية (شكل 7-19)

ويمكن زيادة أو إنقاص قوة الضغط على الاسطوانة بزيادة أو إنقاص عدد الأثقال المعلقة، تم الاستغناء عنها نهائيا في الآلات الحديثة وذلك لحدوث عيوب بسبب الأثقال وكذلك التكلفة العالية لوزن الأثقال التي تشغل حيزاً كبيراً أسفل الآلة، نظرا لتلك العيوب فقد انتشر **التحميل بالنوابض** حيث إنه من خواصها امتصاص الذبذبات والاهتزازات المتولدة في أجهزة السحب وإخمادها وتقليل تأثيرها، وهي كثيرة الأنواع والأشكال حسب نوع الآلة وسيتم تناولها بالتفصيل في الفصل العاشر كجزء رئيسي في آلة الغزل الحلقي.

أما في طريقة التحميل بالهواء المضغوط فيتم تركيب مجموعة روافع وضواغط على محاور الاسطوانات العلوية متصلة بأنابيب للهواء المضغوط ويتم التحكم في مقدار الضغط بواسطة صمامات خاصة (شكل 7-20). يستخدم في آلات السحب الحديثة الهواء المضغوط لتوليد الضغط بين الاسطوانات العلوية و الاسطوانات السفلية مع سهولة التحكم في مقدار الضغط وذلك حسب التشغيل المطلوب، كما أن تصميم جهاز السحب يسهل عملية ضبط المسافة بين الاسطوانات المتتالية، وذلك بدوران بعض أزواج الاسطوانات حول مركز ثابت فتبعد أو تقترب من الاسطوانات الأخرى و يمكن التحكم في نقطة تجميع الشاشة الناتجة من سحب الأشرطة ونقطة تكثيف الشريط النهائي، ولكن هناك تكلفة العالية للصيانة الميكانيكية وقد يحدث تسرب الهواء من الأنابيب والتوصيلات وتحتاج إلى صيانة مستمرة لمكابس الهواء.

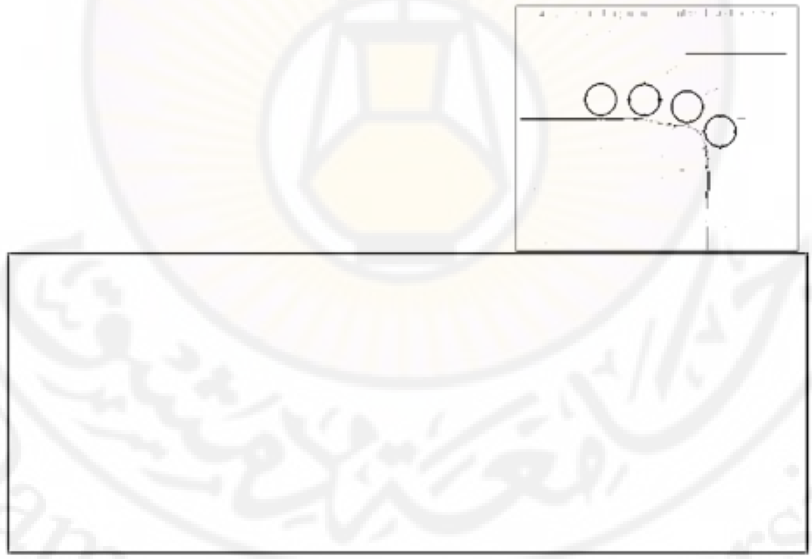
شكل 7-19:استخدام الأحمال لتوليد الضغط بين الاسطوانات

شكل 7-20:استخدام الهواء المضغوط لتوليد الضغط بين الاسطوانات

وهناك طريقة التحميل بالقوى المغناطيسية حيث يتم مغنطة جلب مركبة على جانبي الاسطوانة العلوية بشحنة مختلفة عن الشحنة الموجودة في الاسطوانة السفلية فيحدث التجاذب المغناطيسي وهي غير منتشرة لأنه يجب إعادة مغنطة الاسطوانات العلوية دوريا، حيث تفقد المغنطة قوتها بمرور الوقت تدريجيا.

7-3-8- الشفاط العلوي والسفلي (Suction System)

زودت الآلات الحديثة بأجهزة شفط علوية وسفلية ترتكز على بكرتين لا مركزيتين تعمل على تحريك الشفاط لأعلى ولأسفل وهو متصل بمروحة شفط أسفل الآلة لتتجمع عندها العوادم المستخلصة وهذا النظام يقلل العوادم والغبار في جو الصالة حيث أنه يقوم بشفط العوادم والشعيرات العائمة من جهاز السحب ويمكن التحكم في قوة الشفط بواسطة فتحات في مواسير الشفط (شكل 7-21).



شكل 7-21: أجهزة شفط علوية وسفلية

كما تزود ماكينة السحب الحديثة بأجهزة شفط داخلي للهواء لتنظيف جهاز السحب وقمع التكثيف واسطوانات ضغط الشريط الناتج، مما يساعد على زيادة كفاءة التشغيل وارتفاع جودة الشريط الناتج لاسيما عند السرعات العالية حيث تتطاير بعض الشعيرات

والغبار نتيجة الحركة السريعة للشريط ويكون لابد من إزالة الشعيرات. توجد مروحة شفط الهواء في أسفل الآلة ومتصلة بمجموعة ممرات من الصاج و تعمل على شفط الهواء والزغبار من الأماكن التي تتطاير منها مثل جهاز السحب واسطوانات الصقل وعند قمع التكثيف وتقوم بحجز الشعيرات على شبكة من الأسلاك الرقيقة ويتم جمعها من وقت لآخر، يبين الشكل 7-22 نظام شفط هوائي عام في آلة السحب (MARZOLI – GALILEO) لسحب الغبار والشعيرات القصيرة.

شكل 7-22: نظام شفط في آلة السحب (MARZOLI – GALILEO)

7-3-9- الممر المائل والقمع المصقول

ممر مصقول من الصلب سطحه الداخلي أملس متسع من الخلف ناحية سلندرات السحب ويضيق تدريجيا نحو الأمام(شكل 7-23)، يثبت أمام الاسطوانة الأمامية ويميل إلى أسفل حتى يصل إلى قمع التكثيف المتسع من الأعلى والمتضيق تدريجيا حيث تتكثف الشاشة به وتتحول إلى شريط يمر إلى اسطوانات الشريط، وله مقاسات مختلفة حسب نمرة الشريط ويعمل على زيادة كثافة الشعيرات في مقطع الشريط. يوجد جهاز إيقاف كهربائي خاص بالممر المائل والقمع المكثف لإيقاف الآلة عند قطع الشريط حيث تضاء لمبة بلون خاص دال على أن توقف الآلة بسبب عيب في المنطقة الأمامية.



شكل 7-23: الممر المائل والقمع المصقول

7-3-10- اسطوانات الصقل والمحلزن (Calendar Roller and Coiler)

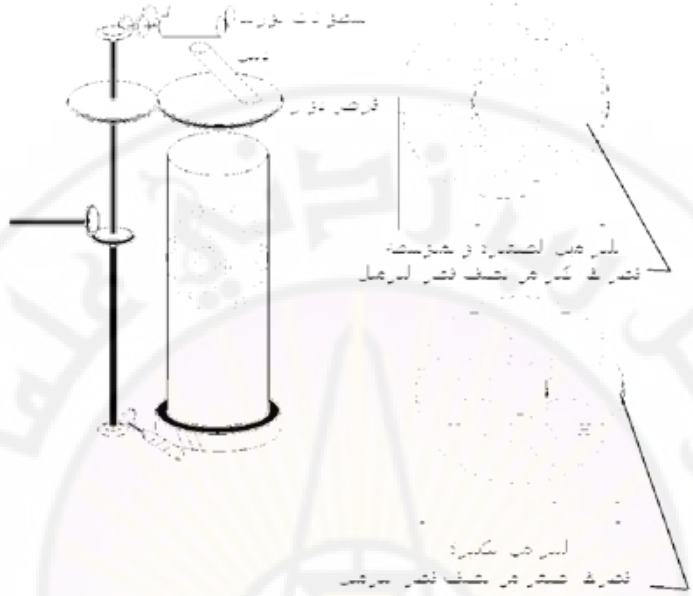
عبارة عن زوج من الاسطوانات الملساء مصنوعة من الصلب غير القابل للصدأ وتقع أسفل قمع التكثيف ويضغط أحدهما على الآخر لصقل الشريط وتنعيمه قبل رصه بالاسطوانة. يمر الشريط بين اسطوانات الصقل ليمر عبر فتحة الممر المائل (القناة) والمركب في قرص الرصاص (شكل 7-24). قرص الرصاص هو عبارة عن طارة مضلعة تحتوي على ممر مائل يبدأ من مركز الترس وينتهي في أحد الأطراف و يعمل على تعبئة الشريط بالبرميل على شكل حلقات أقل من نصف قطر البرميل بحيث يترك فتحة في منتصف البرميل تعمل على تهوية الأشرطة وتساعد على سهولة فكها وتشغيلها في المراحل التالية.

شكل 7-24: الرصاص (الفانوس)

7-3-11- قاعدة البرميل (Can stand)

قرص يأخذ حركته من مسنن حلزوني يستمد حركته عن طريق عامود رأسي من جهاز الرص والاسطوانات، وتكون القاعدة مزاحة عن محور ترس الرصاص حوالي 5 سم وينتج عن دورانهما رص طبقات الشريط مزاحة عن بعضها بمقدار سمك الشريط (شكل 7-25). تصنع براميل الشريط من الفيبر أو البلاستيك وقاعدتها من الخشب أو

الصاج ولها مقاسات، منها الثابت والمتحرك ويوجد بداخلها نابض حلزوني وغطاء من البلاستيك يعمل على رفع الشريط لأعلى لسهولة فكه وعدم قطعه أثناء التشغيل.



شكل 7-25: قاعدة البرميل

تدور البراميل بحركة بطيئة حتى يمكن رص الشريط بداخلها وقطر البرميل حوالي 2.5 مرة من قطر دائرة الرص للبراميل الصغيرة و 1.45 مرة للبراميل الكبيرة، وهناك حركة دورانية للقرص الدوار وحركة دورانية للبرميل بنسب سرعة تؤمن التعبئة ولا تتسبب بسحب كاذب. لتغيير حجم البراميل وسعته (شكل 7-26) دور في تخفيض عدد التوقفات اللازمة لتغيير البرميل وما يتعلق بذلك من جهد وزمن وتكلفة. استخدمت شركات ريتر وتؤوتشلر البراميل مستطيلة المقطع (CUBIcan) لتتناسب مع أتمتة العملية الإنتاجية وتخفيض المساحة اللازمة وزيادة الشريط المحتوى نتيجة التخلص من نابض البرميل.

7-3-12- لمبات الإشارة (Signal Lamp)

مجموعة من اللمبات توجد أعلى الآلة وهي مغطاة بأغطية بألوان مختلفة وعند إضاءة أي لمبة منها فإنها تعني توقف الآلة ومكان العيب المطلوب إصلاحه، على سبيل المثال (صفراء) تعني قطع الشريط من المنطقة الخلفية، (خضراء) تعني لف القطن

على سلندرات السحب، (زرقاء) تعني انسداد القمع أو لف القطن على الاسطوانات، (برتقالية) تعني امتلاء البراميل ووجوب تغييرها، (حمراء) لتوقف الآلة.



شكل 7-26: براميل الشريط

7-3-13- أجهزة إيقاف الحركة (Stop Motion Devices)

توجد بآلة السحب أجهزة لإيقاف الآلة و تقسم إلى قسمين:

7-3-13-1- أجهزة خاصة بانتظامية الإنتاج

وهذه الأجهزة عبارة عن حساسات وتجهيزات كهربائية تعمل على إيقاف الآلة لحظيا عند حدوث أي خطأ يؤثر على انتظامية شريط السحب الناتج لضمان الحصول على أفضل النتائج ويجب ضبطها بشكل دوري، يفضل استخدام الأنواع الكهربائية وذلك لسرعة تجاوبها لإيقاف الآلة وتعمل أيضا على إيقاف الآلة في الحالات التالية:

✓ عند التفاف شعيرات القطن حول اسطوانات السحب العليا و تراكمها، يزيد قطر اسطوانات السحب فترتفع إلى أعلى و توصل الدارة الكهربائية وتتوقف الآلة، ويجب عندئذ إزالة الشعيرات الملتفة حول هذه الاسطوانات بحذر إذا استخدمت آلة حادة، بحيث لا نجرح كسوة الاسطوانات الجلد أو الكاوتشوك لان ذلك يسبب عيوبا في الشريط الناتج.

✓ عند انقطاع الشريط بين الاسطوانات الأمامية يحدث توصيل كهربائي و يعمل على إيقاف الوحدة الإنتاجية الخاصة بهذا الشريط.

✓ عند امتلاء برميل الشريط الناتج فإن طبقات الشريط ترفع غطاء عبارة عن قرص ضاغط على لفات الشريط المجمعة في البرميل فيحدث توصيل كهربائي يعمل على إيقاف الوحدة الإنتاجية ليتم استبدال البرميل و تدار الوحدة لاستئناف العمل.

✓ وبوجود حساس القمع فانه يعطي إشارة عند انقطاع الشريط وتجمع القطن على الصفيحة الحرة الضاغطة على الحساس ويعطي أمراً للمحرك الرئيسي بالتوقف.

✓ وهناك حساسات أخرى، مثل حساس جهاز تنظيم الشريط في جهاز السحب الثاني وحساس في اسطوانات توريد الشريط من براميل التغذية لتتوقف الآلة عند تماس اسطوانات توريد الشريط وحساس بعد اسطوانات التغذية ونكون على شكل صفيحة حرة الحركة من احد جانبيها وعند انقطاع الشريط على بعد مسافة من اسطوانات التغذية يدفع الصفيحة للتماس مع الاسطوانات ومن ثم تتوقف الآلة. بالإضافة إلى ذلك يؤمن جهاز تنظيم الشريط مقارنة النمرة المقاسة مع نمرة خطة الغزل وذلك بتغير البعد بين اسطواناته وتحويله لإشارة كهربائية للتحكم بالسرع وبنسبة السحب.

7-3-13-2- أجهزة خاصة بالأمن الصناعي

وهذه الأجهزة عبارة عن حساسات توضع خلف أبواب وأغطية الآلة تعمل على إيقاف الآلة عند فتح أحد الأبواب أو الأغطية وذلك للحفاظ على العاملين على الآلة من الحوادث والأخطار التي يمكن أن يتعرضوا لها من المسننات والسيور.

✓ جهاز إيقاف الحركة عند فتح غطاء المسننات من الجانبين عن طريق ضاغط مركب على الغطاء الخاص بالمسننات يعمل على الضغط على حساس كهربائي وعند فتح الغطاء تقف الآلة وذلك لحماية العاملين على الآلة من أي حوادث أو أخطار.

✓ جهاز إيقاف الحركة عند فتح باب الآلة الخاص بالمحرك عن طريق ضاغط مركب بباب الآلة يضغط على حساس يعمل فقط في حالة قفل الباب وعند فتح الباب يزول الضغط على الحساس الكهربائي فتقف الآلة ولا تدور إلا بعد إغلاق الباب جيدا وذلك حماية للعاملين على الآلة من أي حوادث أو أخطار.

✓ جهاز إيقاف الحركة عند فتح غطاء اسطوانات الصقل عن طريق ضاغط مركب بغطاء اسطوانات الصقل ويعمل على الضغط على حساس مثبت بجسم الآلة وعند فتح غطاء اسطوانات الصقل يزول الضغط على الحساس الكهربائي فتقف الآلة ولا تعمل إلا بعد إغلاق الغطاء جيدا (شكل 7-27).



شكل 7-27: الحساس الكهربائي

يوجد مفاتيح لتشغيل وإيقاف الآلة على كل جانب من الآلة وكذلك خلف الآلة وخلف طاولة الأشرطة وذلك ليسهل على العامل تشغيل الآلة بعد ضم الشريط من أي جانب أو من خلف الآلة، أو إيقافها عند حصول طارئ. ويوجد مفتاح صغير بلوحة الكهرباء خلف الآلة خاص بتشغيل أو إلغاء أجهزة إيقاف الحركة الخاصة بانتظامية الإنتاج فيجب أن يكون دائما في حالة تشغيل حتى لا تعمل الآلة و أحد الأشرطة مقطوع. هناك مفتاح التشغيل البطيء الذي يلغي عمل الحساسات ليتم وصل الأشرطة دون توقف الآلة ومن ثم يتم التشغيل بسرعة العمل الطبيعي بالضغط على مفتاح التشغيل السريع.

7-4- العلاقة بين السحب وممرات وانتظامية السحب

يتم في آلة السحب تطبيق 6 أشرطة أو 8 أشرطة وحتى 10 أشرطة لإنتاج شريط واحد ويرجع السبب في ذلك إلى أنه في نظرية الاحتمالات يتوقع عادة أن الأماكن

السميكة في كل شريط يمكن أن يتصادف تواجدها مع الأماكن الرفيعة في شريط آخر فيكون الناتج ثابتاً عند جميع مقاطع الشريط الناتج وتزيد فرصة هذه الاحتمالات كلما زاد عدد الازدواجات، ويلاحظ أن عدد الازدواجات المغذاة للآلة يجب أن يكون زوجياً. من المفضل أحيانا استخدام أقل عدد من الأشرطة لتحقيق الانتظامية المطلوبة و لتقليل عدد الآلات والمساحات المطلوبة لرص اسطوانات التغذية خلف الآلة وتقليل عدد العمال والطاقة الكهربائية المستهلك مما يؤدي إلى تقليل التكاليف والتوفير من الناحية الاقتصادية، يمكن استعراض مثال توضيحي عن حسابات خاصة بتحضيرات خط الغزل الحلقي (جدول 7-1) وعلاقتها بعدد مرات السحب. عند تغذية آلة السحب ثمانية أشرطة بمعامل عدم انتظامية متوسط مقداره (4%) لكل شريط داخل ومقداره (3%) للشريط الناتج. يمكن شرح كيفية حساب (CV_{add}) المضاف للمادة خلال السحب كما في الشكل 7-28. وبمعرفة القيمة المتوسطة (CV_{ave}) ذات القيمة (4%) نقوم بحساب (CV_{doub}) للمواد الداخلة تبعا لقانون الازواج فيكون:

$$CV_{doub}=\frac{CV_{ave}}{\sqrt{n}}=\frac{4}{\sqrt{8}}=1.4(\%)$$

جدول 7-1: تحضيرات خط الغزل الحلقي وعلاقتها بعدد مرات السحب

نوع الخيط	الكرد		السحب الأولي			السحب النهائي			طول التيلة (انش)
	Kg/h	KTex	عدد الأشرطة	نسبة السحب	KTex	عدد الأشرطة	نسبة السحب	KTex	
<Ne30 عادي مسرح	90	8	5	8	5	6	6	5	1 3/32 1 1/8
<Ne30 عادي ممشط	66	6	6	6	6	5	6	5	1 1/8



شكل 7-28: (CV_{add}) المضاف للمادة خلال السحب

تتعلق القيمة المضافة (CV) بعدد الألياف في مقطع الشريط والسحب غير التام الناتج عن المادة أو الآلة. وبمعرفة كل من (CV_{doub}) و (CV_{out} = 3%)، يمكن حساب القيمة المضافة (CV_{add}) بالعلاقة:

$$CV_{add} = \sqrt{CV^2_{out} - CV^2_{doub}} = \sqrt{3^2 - 1.4^2} = 2.65(\%)$$

وتمثل ($\eta = \frac{l_1}{l_2} \times 100$ %) النسبة بين طول الشعيرات قبل استقامتها (l_1) نتيجة السحب إلى طول الشعيرات المستقيمة (l_2) بدرجة استقامة الشعيرات (η) وتكون قيمها (56%) في شريط الكرد و(70-75) % لشريط السحب و(78-80)% لشريط البرم و(82-85)% للخيط المغزول.

في حالة استخدام آلات سحب حديثة فإن أجهزة السحب المزدوجة يمكنها السيطرة على الشعيرات العائمة وبذلك يزيد انتظام الشريط ويكتفي فقط بمرحلتين سحب بدل من ثلاثة مما يقلل عناصر التكلفة من عمال وآلات ومساحات في المصنع والطاقة.

عند اختبار المتانة والانتظامية في الخيط نجد أنها ترتبط ارتباطا وثيقا بانتظامية السحب وعدد مرات السحب، حيث أن المراحل الثلاثة للسحب تزيد من الإجهادات التي تتعرض لها الشعيرات وبذلك تقل متانة الخيط بعد المرحلة الثالثة للسحب. يقل معامل الاختلاف وتتحقق أعلى درجة من الانتظامية عند استخدام ثلاثة مرات سحب. إذا استخدمنا أربعة مرات سحب تبدأ الاختلافات في الظهور مرة أخرى ويزيد معامل الاختلاف.

7-5- حسابات تصميمية (Design Calculations)

7-5-1- حسابات جهاز السحب (Draft System Calculation)

أثناء الضغط على الشعيرات تظهر اهتزازات ذات قيم مختلفة مما يؤثر سلبا على سير عملية السحب، لابد من دراسة هذه الاهتزازات (التذبذبات) وتخفيضها للقيم المقبولة حسب مواصفات جهاز السحب الفنية. عند دراسة جهاز السحب لابد من اخذ بعين الاعتبار التذبذبات المختلفة للإجهاد أثناء الضغط على الشعيرات مما يؤثر على عملية

السحب. تؤثر عدة عوامل على جهاز السحب ومن الناحية الحركية ولابد من أخذها بعين الاعتبار عند القيام بالحسابات الخاصة بجهاز السحب وهي:

1. كتلة محاور السحب الضاغطة والأجزاء المرتبطة بها
2. اهتزازات اسطوانات السحب ومحاور السحب الضاغطة
3. عدم انتظام ضغط المحاور على الاسطوانات
4. معامل جساءة النابض
5. عدم انتظام دوران أجزاء محاور السحب
6. قساوة الأغطية المرنة
7. عدد دورات جهاز السحب

ويعطى الانتقال النسبي (y_{max}) كفرق بين الانتقال محور السحب الضاغط ويتعلق بالحمل التكنولوجي لجهاز السحب (P_t) وبشكل عام فأن زيادة الانتقال النسبي يسيء إلى نوعية المنتج:

$$y_{\max} = \frac{(0.03-0.05)P_t}{nk}$$

حيث أن (n) ثابت يساوي ثابت الجساءة للنابض السفلي مقسوما على ثابت الجساءة للنابض العلوي و (k) عامل الجساءة للنابض العلوي.

إن زيادة الدقة في تصنيع محاور السحب الضاغطة تعتمد على زيادة دقة تناظر جهاز السحب وتوزع الكتل بشكل صحيح، بمعرفة نسبة السحب وأقطار الاسطوانات فإن الحسابات الحركية لجهاز السحب تصبح أسهل، يعطى السحب الميكانيكي بالعلاقة:

$$D_{Mech} = \frac{V_o}{V_i} = \frac{d_o}{d_i.I}$$

حيث (V_o,d_o) سرعة الشعيرات تحت تأثير الاسطوانة الأمامية وقطر الاسطوانة الأمامية و (V_i,d_i) سرعة الشعيرات تحت تأثير الاسطوانة الخلفية وقطر الاسطوانة الخلفية و (I) نسبة نقل الحركة.

7-5-2- حساب العزم التصميمي (Moment calculations)

في جهاز السحب تكون خطوة المسننات صغيرة للحفاظ على الحركة الدقيقة لأجهزة السحب، تستخدم المسننات في نقل الحركة لمحافظتها على نسبة نقل ثابتة وقدرتها على نقل قدرات كبيرة بمردود عالي. لابد من معرفة العزوم المؤثرة على كامل اسطوانات السحب لحساب الاجهادات على الاسطوانات، في الشكل 7-29 تكون حركة الاسطوانة الأمامية (I) الأسرع وحركة الاسطوانة الخلفية (III) الابطأ .

شكل 7-29

من اجل تغيير السحب العام نقوم بتغيير المسنن Z3 أن العزم المعطى من المسنن 4 يتغلب على العزم المقاوم من القوى الموجودة في الاسطوانات II و III من العلاقة:

$$M = M_3 - Q_3 R_3 + \frac{M_2 + Q_2 R_2}{i.\eta}$$

$$M = M_3 + \frac{M_2}{i.\eta} + \frac{Q_2 R_2 - Q_3 R_3 i.\eta}{i.\eta}$$

حيث أن (M_2, M_3) العزم المقاوم لقوى الاحتكاك في ركائز الإسناد للاسطوانات 2 و 3 مع الأخذ بعين الاعتبار العزم المقاوم من محاور السحب الضاغطة (نيوتن.متر) و (Q_2,Q_3) قوى السحب في الاسطوانتين 2 و 3 (نيوتن)، و (R_3,R_2) أنصاف أقطار الاسطوانات 2 و 3 (متر)، و (η) مردود آلية نقل الحركة من الاسطوانة 3 إلى الاسطوانة 2. يحدد عزم الدوران بالعلاقة:

$$M_y = \frac{Q_2 R_2}{i.\eta}$$

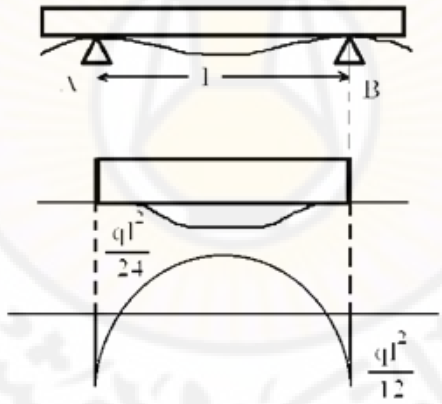
يمثل العزم المحرك مجموع عزوم الدوران والعزم المعطى للاسطوانة الثالثة (M_2) ويعطى العزم المحرك للمسنن 5 بالعلاقة:

$$M_g = \frac{M_2}{i.\eta} + M_y$$

7-5-3- حساب الاجهادات على الاسطوانات المحززة

(Bottom Roller Stress Calculation)

يؤثر على الاسطوانات المحززة عزم حركة دوراني (فتل) وعزم ليّ، وتصنع من فولاذ (CT_{45}) ويجب أن تكون ذات قساوة عالية (شكل 7-30). يعتمد قطر الاسطوانات السفلية على المواد المشغلة ومراحل التشغيل، فتكون 50 ملم في أنظمة السحب لآلة السحب و 28-32 ملم في أنظمة السحب لآلة البرم و 25 في أنظمة السحب لآلة الغزل.



شكل 7-30: الاجهادات على الاسطوانات المحززة

يعطى عزم الفتل الأعظمي المطبق على الاسطوانة الأولى التي تتلقى الحركة في البداية:

$$M_1 = \frac{I_P \times G}{l} \times \varphi$$

حيث (φ) زاوية الفتل rad اقل من 0.010-0.012 درجة

$$\left[1^o = \frac{\pi}{180} = 0.017433 \text{ rad}\right]$$

و (l) طول المسافة m و (G) ثابت التغير الزاوي من جداول خاصة ويقاس بالباسكال و (l_P=0.1 d^{-1}) عزم العطالة القطبي لمقطع سطح الاسطوانة m^{-1}. أما عزم اللي الأعظمي يحسب بالعلاقة:

$$M_2 = \frac{q \times l^2}{12}$$

حيث (q) هو القوى الموزعة بانتظام $[N/m]$ و(l) البعد بين A و B أي طول المجال m. وبالتالي يكون العزم الكلي مساوياً إلى:

$$M = \sqrt{(M_1^2 + M_2^2)}$$

و باعتبار (W) هو العزم المقاوم للمقطع m^3، يعطى الإجهاد العام بالعلاقة:

$$\sigma = \frac{M}{W}$$

7-5-4- حساب مصروف الاستطاعة لأجهزة السحب

(Power Calculation of Drafting System)

تحسب الاستطاعة عمليا من خلال حساب الاستطاعة المستهلكة للآلة كلها ومن ثم حساب الاستطاعة للآلة دون أجهزة سحب، ويكون فرق القياسين معبراً عن مصروف الاستطاعة اللازم لتشغيل أجهزة السحب (P) والتي تشكل تقريبا (12-22%) من الاستطاعة الكلية. تكون الاستطاعة المصروفة لجهة واحدة من الآلة هي ($P^{'}$=P/2) و تحسب ($P^{'}$) لكل خط سحب على حدى:

$$P_1' = \frac{P' \times n_1 \times F_1}{n_1 F_1 + n_2 F_2 + n_3 F_3}$$

$$P_2' = \frac{P' \times n_2 \times F_2}{n_1 F_1 + n_2 F_2 + n_3 F_3}$$

$$P_3' = \frac{P' \times n_3 \times F_3}{n_1 F_1 + n_2 F_2 + n_3 F_3}$$

حيث:

P_1' و P_2' و P_3' هي الاستطاعة الموافقة للخط الأول والثاني والثالث (وات).

n_1 و n_2 و n_3 هي عدد دورات اسطوانات السحب في الخط 1 و2 و3.

F_1 و F_2 و F_3 هي القوى على اسطوانات السحب الأولى والثانية والثالثة (نيوتن).

تعطى الاستطاعة الفعلية لكل خط سحب حيث (η) مردود جهاز نقل الحركة من العلاقات التالية:

$$P_1 = P_1' \times \eta$$
$$P_2 = P_2' \times \eta$$
$$P_3 = P_3' \times \eta$$

7-5-5- حساب نقل الحركة في آلة السحب

(Gearing Calculation in Drawing Machine)

من مخطط وحسابات نقل الحركة في آلة السحب (الشكل 7-31) يمكن إجراء الحسابات التالية:

حسابات السرع:

- سرعة الاسطوانة الأمامية:

$$n = 1440 \times \frac{245 \times 33 \times 84}{165 \times 84 \times 33} = 2138.18 \text{ rpm}$$

- سرعة الاسطوانة الثانية:

$$n = 1440 \times \frac{245 \times 33 \times 84 \times 35}{165 \times 84 \times 33 \times 25} = 2993.45 \text{ rpm}$$

- سرعة الاسطوانة الثالثة:

$$n = 1440 \times \frac{245 \times 33 \times 42 \times 24 \times 143 \times 28}{165 \times 131 \times 69 \times 144 \times 18 \times 20} = 607.753 \text{ rpm}$$

- سرعة الاسطوانة الرابعة:

$$n = 1440 \times \frac{245 \times 33 \times 42 \times 24 \times 143}{165 \times 131 \times 69 \times 144 \times 18} = 434.10 \text{ rpm}$$

- سرعة الاسطوانة الخلفية:

$$n = 1440 \times \frac{245 \times 33 \times 42}{165 \times 131 \times 69} = 327.85 \text{rpm}$$



شكل 7-31: نقل الحركة في آلة السحب

حسابات السحب:

1- نسبة سحب المنطقة الأمامية:

$$d_1 = \frac{V_2}{V_3} = \frac{\pi \times 25 \times 2993.45}{\pi \times 20 \times 607.753} = 6.156$$

حيث (V_2) السرعة السطحية للاسطوانة (2) و (V_3) السرعة السطحية للاسطوانة(3).

2- نسبة سحب المنطقة الخلفية (break draft)

$$d_B = \frac{V_4}{V_B} = \frac{\pi \times 28 \times 434.10}{\pi \times 28 \times 327.15} = 1.327$$

حيث (V_4) السرعة السطحية للاسطوانة (4) و (V_B) سرعة الاسطوانة الخلفية.

3- نسبة السحب الكلية (السحب الميكانيكي)

$$d = \frac{V_2}{V_B} = \frac{\pi \times 25 \times 2993.45}{\pi \times 28 \times 327.15} = 8.169$$

حيث (V_2) السرعة السطحية للاسطوانة الثانية و (V_B) سرعة الاسطوانة الخلفية.

للتأكيد:

$$d = d_1 \times d_B = 6.156 \times 1.327 = 8.169$$

حساب ثابت السحب:

$$C_d = \frac{V_1}{V_B}$$

حيث (V_1) السرعة السطحية للاسطوانة الأمامية و (V_B) سرعة الاسطوانة الخلفية.

مسنن تغيير السحب (DCW= 1) وسرعة الاسطوانة الخلفية يساوي (1)

$$C_d = \frac{V_4}{V_B} = \pi \times 35 \times \frac{\frac{DCW \times 31 \times 84}{42 \times 84 \times 33}}{\pi \times 28 \times 1}$$

$$C_d = \frac{\pi \times 35 \times 1 \times 31 \times 84}{\pi \times 28 \times 1 \times 42 \times 84 \times 33} = 0.1181$$

التأكد من السحب:

السحب = ثابت السحب × مسنن تغيير السحب = **0.1181×69 = 8.1489** .

نسبة سحب شد الشاشة

$$d_w = \frac{V_{cr}}{V_1}$$

حيث (V_{cr}) سرعة اسطوانة الكالندر –التغذية و (V_1) سرعة الاسطوانة الأمامية.

سرعة اسطوانة الكالندر (التغذية)

$$n = 1440 \times \frac{245 \times 33}{165 \times 47} = 1501.27 \text{ rpm}$$

فتكون نسبة سحب شد الشاشة:

$$d_w = \frac{V_{\text{توريد}}}{V_1} = \frac{\pi \times 50 \times 1501.27}{\pi \times 35 \times 2138.18} = 1.003$$

سحب شد الناتج عن نصبة التغذية (Creel):

$$d_c = \frac{V_B}{V_{ccr}}$$

حيث (V_{ccr}) السرعة السطحية لاسطوانة الكالندر (نصبة التغذية) و (V_B) السرعة السطحية للاسطوانة الخلفية.

نحسب السرعة لاسطوانة الكالندر (نصبة التغذية)

$$n = 1440 \times \frac{245 \times 33 \times 42 \times 24 \times 35 \times 14}{165 \times 131 \times 69 \times 100 \times 24 \times 14} = 114.75 \text{ rpm}$$

بالتالي سحب شد الناتج عن النصبة:

$$d_c = \frac{\pi \times 28 \times 327.85}{\pi \times 80 \times 114.75} = 0.999$$

يمكن **حساب الإنتاجية المعيارية (الفعلية)** للآلة (كغ/سا) حسب العلاقة:

$$p_T = v.T.n \cdot \eta \cdot 60 / 10^3$$

حيث أن (v) سرعة التغذية متر/دقيقة و (T) الكثافة الخطية للشريط (كيلو تكس) و (n) عدد رؤوس الآلة و (η) مردود الآلة ويتعلق بحالة الآلة الفنية وتنظيم العمل ويساوي بين (*0.84-0.92*).

من اجل زيادة الإنتاجية يجب زيادة السرعة، تتأثر أجهزة السحب مع السرعات العالية وخاصة المحاور الضاغطة واسطوانات السحب و الرولمانات ومضاجع جهاز السحب. يؤخذ بعين الاعتبار توقف الآلة بسبب تقطعات الأشرطة الداخلة والخارجة والزمن اللازم

لوصلها (T_1) وزمن تغيير البراميل الممتلئة (T_2) وعلى اعتبار زمن امتلاء البراميل (T_a) فان ثابت الانتفاع الايجابي (K_a) المحسوب بالعلاقة:

$$K_a = \frac{T_a}{T_1 + T_2 + T_a}$$

أما زمن توقفات التنظيف السريع والتشحيم والتزييت والإصلاح السريع (T_3) وباعتبار زمن الوردية الواحدة (T_{CM}) يعطى الثابت (K_{CM}) بالعلاقة:

$$K_{CM} = \frac{T_{CM} - T_3}{T_{CM}}$$

وبالتالي يعطى مردود آلة السحب والذي يتراوح بين 0.8–0.9 للآلات الحديثة، بالعلاقة:

$$K = K_a \times K_{CM}$$

مثال آخر عن مخطط نقل الحركة لآلة السحب هوفا اليابانية (شكل 7-32) حيث (Z3) المسنن الخلفي المتغير و (Zß) مسنن السحب المتغير و (1) اسطوانات النصبة المغذّاة بالشريط ϕ=48 mm و (2) الاسطوانات المغذية لجهاز السحب ϕ=34 mm و (3) الاسطوانة (الخلفية) الرابعة من جهاز السحب ϕ=30 mm و (4) الاسطوانة الثالثة لجهاز السحب ϕ=30 mm و (5) الاسطوانة الثانية لجهاز السحب ϕ=35 mm و (6) الاسطوانة الأمامية (الأولى) لجهاز السحب ϕ=30 mm و(7) الاسطوانات المستوية ϕ=62.5 mm; ϕ=50 mm و (8) الاسطوانات المسطحة لتوريد شريط السحب ووضعه في البرميل ϕ=62.5 mm; ϕ=50 mm و (9) عداد.

حساب نسب السحب:

نسبة السحب بين السلندر المغذي و سلندرات نصبة التغذية:

$$d_{\text{سلندر-سلندر}} = \frac{\pi \times 34 \times 13 \times 26}{\pi \times 48 \times 14 \times 17} = 1.006$$

نسبة السحب بين الاسطوانة الرابعة و الاسطوانة المغذية لجهاز السحب:

$$d_{4m} = \frac{\pi \times 30 \times 37 \times 106 \times 104 \times 20}{\pi \times 34 \times 18 \times 108 \times 106 \times 36} = 0.97$$

نسبة السحب الجزئية بين اسطوانات جهاز السحب المتتالية:

$$d_{34}=\frac{\pi\times30\times36\times106\times108\times30}{\pi\times30\times20\times104\times106\times27}=2.08=const$$

$$d_{23}=\frac{\pi\times35\times27\times106\times104\times34}{\pi\times30\times30\times108\times106\times35}=0.98=const$$

$$d_{12}=\frac{\pi\times30\times35\times106\times108\times Z_{3}\times45\times40}{\pi\times35\times34\times104\times106\times Z_{\beta}\times40\times28}=1.47\frac{Z_{3}}{Z6}$$

نسبة السحب في جهاز السحب تتغير فقط بسبب تغير نسبة السحب في مجال السحب الأول، نسبة السحب العامة في جهاز السحب:

$$d=\frac{\pi\times30\times36\times106\times108\times Z_{3}\times45\times40}{\pi\times30\times20\times104\times106\times Z_{6}\times40\times28}=3\times\frac{Z_{3}}{Z_{6}}$$

نسبة السحب بين الاسطوانات المسطحة و الاسطوانة الأمامية :

$$d_{6-1}=\frac{\pi\times50\times28\times40}{\pi\times30\times40\times48}=1.015$$

نسبة السحب العامة في الآلة :

$$d=\frac{\pi\times50\times13\times26\times37\times Z_{3}\times45\times40}{\pi\times48\times14\times17\times18\times Z_{6}\times40\times48}=2.97\times\frac{Z_{3}}{Z_{6}}$$

نسبة السحب على الآلة كلها أصغر من نسبة السحب في جهاز السحب. فنسبة السحب على الآلة تساوي $9.6-4.3$ عندما $Z_{6}=65\ldots30$ سن ويتغير بسبب السحب الجزئي في حقل السحب الأول لجهاز السحب $(4.9-2.2)$ أما نسب السحب الباقية فهي ثابتة. عدد دورات الاسطوانة الأولى:

$$n_{1}=n_{\partial e}.A.40/(B.28)=2028.6\,A/B$$

حيث إن $(n_{\partial e})$ عدد دورات المحرك الكهربائي (دورة/دقيقة) و (A , B) أقطار بكرات القشاط على محاور المحرك والآلة (ملم).

السرعة المحيطية (الخطية) للسلندر الأول:

$$v_{1}=\pi.d_{1}.n_{1}=3.14\cdot0.030\cdot2028.6\cdot A/B=191.1\,A/B$$

حيث إن: d_{1} – قطر الاسطوانة الأول.

عدد دورات الاسطوانات المسطحة لتوضع الشريط في البرميل (دورة/دقيقة) :

$$n_{n.a}=1420A\cdot40/(B\cdot46)=1234.8\,A/B$$

السرعة الخطية للاسطوانات المستوية لتوضع الشريط في البرميل :

$$v = \pi \cdot d_{cr} \cdot 1234.8\, A/B = 3.14 \cdot 0.05 \cdot 1234.8\, A/B = 193.9\, A/B$$

حيث إن: d_{cr} – قطر الاسطوانات المستوية (الكلندرات)



شكل 7-32: مخطط نقل الحركة لآلة السحب (هوفا 800).

في الآلات الحديثة يتم السحب على أجهزة سحب (servo) كما بالشكل 7-33:

شكل 7-33: أجهزة سحب (servo)

مثال عملي: في الشكل 7-34 احسب السحب الميكانيكي حيث عدد دورات المحرك (1440 rpm) و باعتبار أقطار الاسطوانات متساوياً في منطقة السحب الرئيسية. واحسب سحب اسطوانة الضغط .

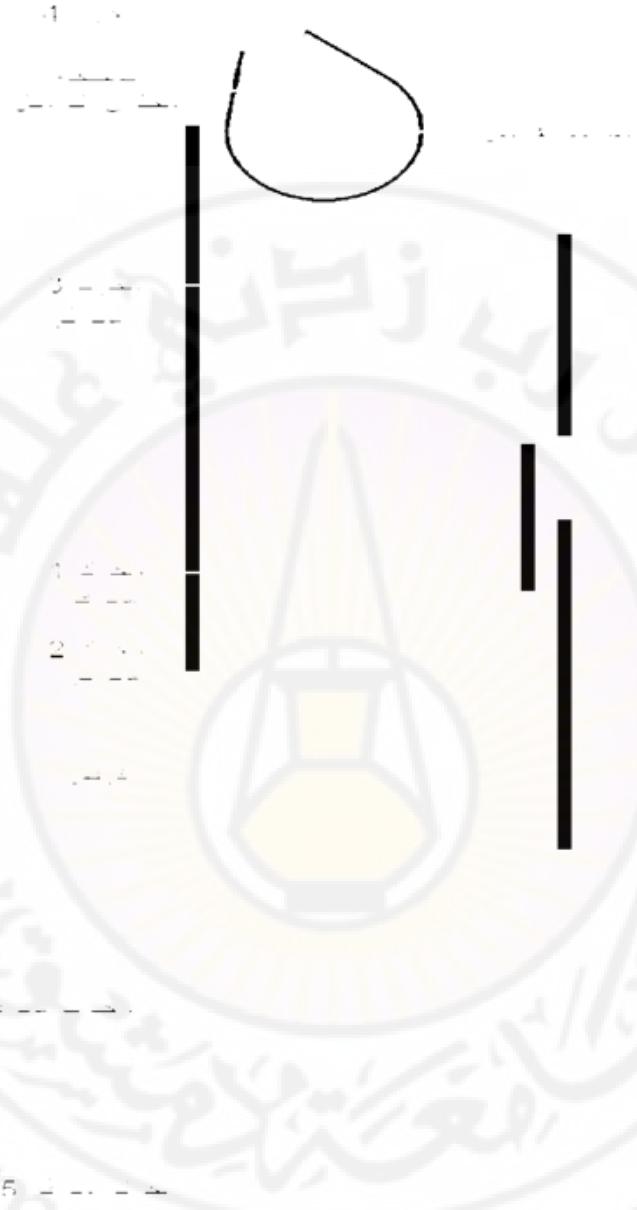
الجواب: السحب بين الاسطوانة الأمامية والاسطوانة الثانية: 4.011، السحب بين الاسطوانة الثانية والثالثة: 1.015، السحب بين الاسطوانة الثالثة والاسطوانة الخلفية: 1.485 ، السحب الكلي :6.046 ، سحب اسطوانة الكالندلر (الضغط) : 1.

شكل 7-34: مخطط حركي لجهاز السحب

7-5-6- مخططات سير الحركة في آلات السحب الحديثة
(Gearing Plan in Modern Drawing Machine)

في آلات السحب الحديثة، تبدأ الحركة من المحرك الرئيسي، تنقل الحركة عن طريق مجموعة من الطارات والسيور إلى مجموعة المسننات التي تنقل الحركة إلى الأجزاء المتحركة في الآلة. تدور مروحة الشفط بواسطة محرك خاص بها يعمل عند بداية تشغيل الآلة وهي مغطاة بغطاء من السلك الدقيق يعمل على حجز الشعيرات القصيرة. تتصل مروحة الشفط بالشفاط السفلي والعلوي للاسطوانات وشفاط الاسطوانات الأمامية و يوجد بجوارها باب للتخلص من العوادم. يمر الشريط قبل جهاز السحب عبر صفيحة التوجيه، ثم بين سلندر التغذية والرولية وعن طريق مجرى معدني إلى جهاز السحب، يوجد على سلندر التغذية روليتان ضاغطتان. تنزلق الشاشة عند الخروج من الحقل الأمامي لجهاز السحب بعد مرورها على الطاولة ورولیات الضغط إلى القمع حيث يتم تشكيل الشريط فيه، ليمر بعدها عبر قناة مائلة للصينية العلوية للبرميل.

يبين الشكل 7-35 مخطط آلة سحب حديثة، ويبين الشكل 7-36 مخطط حركة لآلة تقليدية.



شكل 7-35: نقل الحركة في آلة سحب حديثة

شكل 7-36: آلة سحب تقليدية

7-5-7- الضبط الميكانيكي لجهاز السحب
(Mechanical Calibration of Drafting System)

يعتبر الطول الفعال للشعيرات من الخواص الهامة التي يتم على أساسها تحديد مسافات الضبط للآلات السحب حيث يجب أن تزيد مسافة الضبط قليلا عن الطول الفعال للشعيرات حتى لا تتقصف الشعيرات الأطول من الطول الفعال وتتحول إلى شعيرات قصيرة. كلما زادت قوى الضغط زاد تكثيف الشعيرات ومجال الاحتكاك. لكي يتم الحصول على خيط منتظم له معامل اختلاف منخفض يجب أن نبدأ بشريط منظم له معامل اختلاف منخفض، و يكون الحل هو استخدام ماكينتين أو ثلاثة للسحب بين مرحلتي الكرد والبرم. وفي كل مرحلة سحب يتم مضاعفة 6 أشرطة مثلا، فإذا كان عدد مراحل السحب ثلاثة، يكون تضاعف الأشرطة 6×6×6، ويكون شريط السحب الناتج من العمليات الثلاثة ذا معامل اختلاف أقل بكثير من معامل اختلاف شريط الكرد كما

في حالة غزل الخيوط الرفيعة ذات الجودة العالية، في النمر السميكة تكون حزمة الشعيرات كبيرة وتكون قوى السحب قليلة وسرعات الاسطوانات بطيئة وذلك يجعل الشعيرات تحت السيطرة ولا يحدث لها تشتت.

تزداد قوة السحب مع دقة تعيير جهاز السحب وزيادة الضغط فوق الألياف والطول الأعظمي للشعيرات وعدد الشعيرات في مقطع الشريط المسحوب ومعامل الاحتكاك بين الشعيرات وجهاز السحب، تزاد قوة السحب في مع زيادة نسبة السحب وتتناقص مع تناقص عدد الشعيرات. تؤثر عدة عوامل على ضبط مسافات السحب منها الطول الفعال للشعيرات و نمر الشريط والمبروم والخيط المطلوب إنتاجه و سرعات الاسطوانات وقوة السحب في الآلات المختلفة، و يتم التدرج في مسافات الضبط كما في الجدول 7-2، حيث تعطى مسافة الضبط بطرح مجموع نصفي قطري الاسطوانتين من المسافة بين منتصفي الاسطوانتين لكل مجال.

جدول 7-2: مسافات الضبط

المسافة بين الاسطوانات	
المسافة بين الاسطوانتين الأولى والثانية	$\frac{60}{Ne \times 100} + s$ (s) الطول الفعال للألياف
المسافة بين الاسطوانتين الثانية والثالثة	$\frac{120}{Ne \times 100} + s$
المسافة بين الاسطوانتين الثالثة والرابعة	$\frac{225}{Ne \times 100} + s$

7-6- عيوب آلات السحب وأسبابها الميكانيكية

(Problems in Drawing Machines and the Mechanical Reason)

هناك عدة عيوب يمكن أن تصادف خلال عمليات الإنتاج وهي:

عدم انتظام الشريط نتيجة:

1. عدم ضبط أجهزة إيقاف الحركة.
2. عدم ضبط مسافات اسطوانات السحب حسب الطول الفعال للشعيرات.

3. وجود عيوب في أشرطة الكرد المغذاه للآلة أو وصلات رديئة للشريط.
4. عدم تناسب الضغط على الاسطوانات العلوية.
5. تآكل كسوة الاسطوانات العلوية الكاوتشوك.
6. وجود تذبذبات في الاسطوانات السفلية أو العلوية.

لف القطن على اسطوانات السحب نتيجة:

1. وجود عوادم بنسبة كبيرة من الخلطة
2. ارتفاع نسبة الرطوبة في القطن أو في الصالة عن الحدود المسموح بها.
3. وجود زيت أو شحم على الاسطوانات أو في مسار القطن.
4. وجود خدوش في الاسطوانات السفلية أو العلوية ويجب الكشف عنها وتجليخها.

الشريط الناتج شعيراته غير منسجمة وغير متوازية نتيجة:

1. احتواء الخلطة على نسبة كبيرة من العوادم.
2. عدم ضبط المسافات بين الاسطوانات.
3. عدم توزيع السحب بطريقة صحيحة.
4. الضغط على الاسطوانات العلوية غير مناسب.

وجود عيوب في شاشة السحب قبل قمع التكثيف نتيجة:

1. استخدام أقطان متباعدة في طول التيلة.
2. اضافة نسبة كبيرة من العوادم إلى الخلطة.
3. الشاشة رخوة نتيجة بطء دوران اسطوانات الصقل.
4. الشاشة غير منتظمة وذلك بسبب عدم ضبط المسافات بين الاسطوانات.
5. وجود عوادم في الشاشة لعدم كفاءة جهاز شفط العوادم أو انسداد ممرات الشفط.

وهناك عيوب أخرى مثل:

- عدم الانتظام الدوري وهو أماكن رفيعة في الشريط بشكل دوري وعلى مسافة قصيرة نتيجة خطأ معايرة مسننات اسطوانة السحب.
- أسنان الاسطوانات متآكلة أو منحنية وينجم عنها دوران لا مركزي للاسطوانات المعدنية و الكاوتشوكيه أو نتيجة حاجه المحامل للشحم.

• وجود أماكن غليظة أو رفيعة على شريط السحب وعلى مسافات معينه بسبب وجود محامل رديئة لاسطوانات السحب تسبب دوران غير صحيح أو بسبب عيارات غير صحيحة لحقول السحب أو بسبب ارتفاع شد السحب الرئيسي.

• ظهور مكان ثخين في الشريط بسبب عدم الوصل الصحيح للشرائط أو وجود أماكن مبرومة في الشريط.

• وجود شحم زيت على بعض أماكن الشريط بسبب التعامل معها بأيدي وسخه أو تشحيم زائد في نقاط التشحيم والمضاجع .

• التفافات على الاسطوانات العلوية بسبب ارتفاع الكهرباء الساكنة.

• التفافات على الاسطوانات السفلية وذلك بسبب دوران غير صحيح للاسطوانات أو لرداءة سطوحها أو رداءة وضع المنظفات السفلية وزيادة في رطوبة الصالة.

• جوانب مقطعه بسبب وجود شد غير صحيح مابين جهاز السحب واسطوانات الضغط، أو نتيجة زيادة مسافات حقول السحب أو غياب المحددات في جهاز السحب، أو مناطق في الشريط غير مسحوبة بسبب غياب الضغط على إحدى الاسطوانات.

• شريط متهدل غير متماسك بسبب وجود قمع غير ملائم للنمرة المنتجة أو توقف جريان للمادة لأن القمع غير ملائم أو أنه وسخ.

• تردي في معامل اختلاف النمرة بسبب وجود الندوة العسلية (مادة صمغية موجودة في القطن بنسبة 0.3% بسبب حالة مرضيه في نبات القطن) وكذلك الأوساخ الموجودة بدءا من الاسطوانات والقمع ورأس اللف، يتم علاج هذه المشكلة بمسح الاسطوانات والقمع والمكثف ورأس اللف بمواد منظفه غير ضارة.

• وقد تنسب بعض العيوب لأخطاء العامل (العوامل الإنسانية).

7-7- التطورات الحاصلة على آلات السحب الحديثة

(Improvement in Modern Drawing Machines)

تطورت أجهزة السحب تطورا كبيرا وذلك للسيطرة على الشعيرات داخل جهاز السحب وتنوعت أنظمة السحب كما في آلات زنسر ذات جهاز سحب 5/3. تم تحديث نظام ضبط المسافات بين اسطوانات السحب بحيث يعمل بشكل مركزي مع نظام ضبط ذاتي

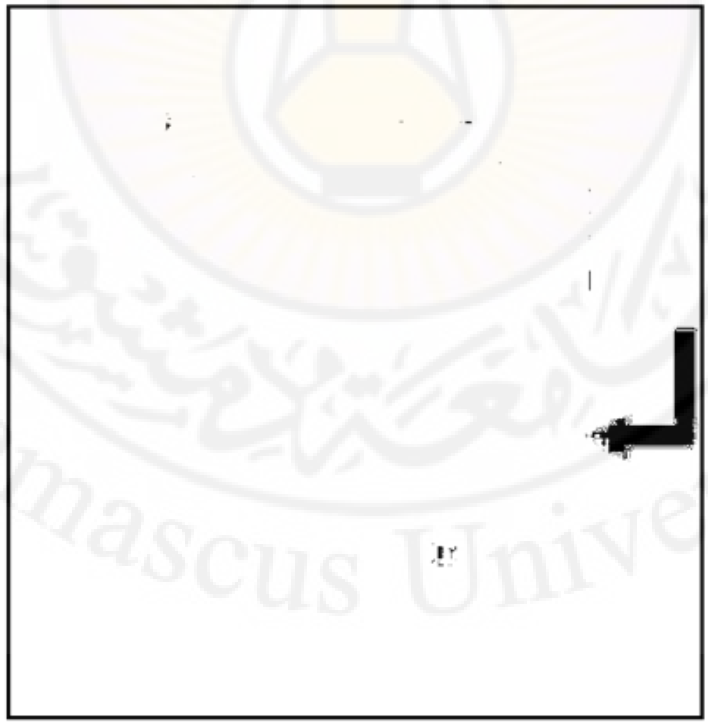
لمنظم التسوية الأوتوماتيكية لسماكة الشريط ويقوم بضبط أوتوماتيكي كامل وذاتي لجميع نقاط عمل نظام تسوية الشريط مما يحسن من جودة الشريط، وتنخفض بذلك اليد العاملة اللازمة ومعدلات الصيانة حتى بالسرعات العالية للآلة، فسرعة التغذية العظمى تصل إلى 1100 م/دقيقة.

تركب على الاسطوانة الوسطى السفلية اسطوانتا كاوتشوك علويتان، وكذلك على الاسطوانة الأمامية اسطوانتا كاوتشوك علويتان وذلك لزيادة التحكم في الشعيرات في المنطقة الأمامية. وتم إلحاق أجهزة تنظيف لتنظيف فلتر تجمع الزغبار والذي يعمل بشكل دوري للمحافظة على نظافة الفلتر وعلى شفط ثابت للهواء (شكل 7-37)، وهناك نظام التغيير الأوتوماتيكي للبراميل لزيادة سرعة الإنتاج وتقليل العمالة اللازمة. تم إدخال آلات تستخدم براميل كبيرة مما يؤمن تشغيل كمية كبيرة جدا من الشريط ويقلل من عمليات تغيير الاسطوانات وبالتالي عدد الوصلات في الشريط مما يقلل العيوب ومعامل الاختلاف، تصل سرعة إنتاج الشريط في الممر الواحد حتى ٨٠٠ متر / دقيقة.

شكل 7-37: نظام ضبط المسافات بين اسطوانات

تم إلحاق نظام شفط جديد مع صفائح تنظيف فوق الاسطوانات العلوية لتوجيه تيار الهواء في مجال السحب حيث يساعد على رفع نهايات الشعيرات ونزع الشعيرات القصيرة من المادة وشفطها إلى مجمع العوادم، وبالتالي بلوغ كفاءة تنظيف أفضل لأجزاء الآلة وانخفاض في حجم العيوب الخفية والأخطاء المسببة لقطوعات في مرحلة الغزل الحلقي

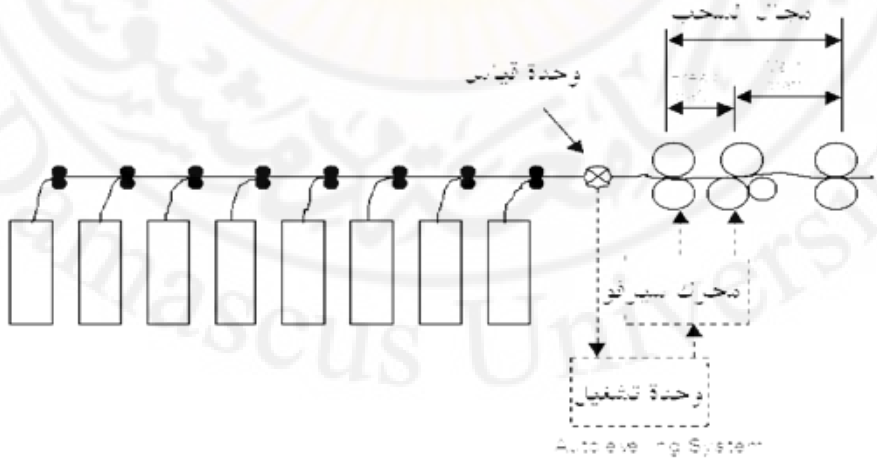
ولف الكون. من الضروري وضع أجهزة شفط الهواء بجوار كل سلندر حتى يمكن تنظيفه من الشعيرات العالقة على سطحه باستمرار لمنع التفافها حول السلندر. تستخدم بعض آلات آلة السحب الحديثة آلية تعبئة الشريط مزودة بصحن علوي (الطاحون) من طراز (CleanCoil) يشبه سطحه خلايا قرص النحل وهو مناسب لجميع أنواع المواد الأولية و يحقق جودة ثابتة. زودت بعض الآلات الحديثة بنظام مراقبة جودة الشريط الداخل وذلك بإظهار منحني تغير معامل اختلاف النمرة للشريط المغذى مع إشارات تبين واقع عملية مسح المادة (شكل 7-38)، وهو نظام مراقبة جودة الشريط الناتج لتجاوز معامل اختلاف النمرة و تحقيق انتظامية الشريط وإظهار منحنيات بيانية لفترات زمنية مختلفة وإظهار الأخطاء المحتملة على المخطط الميكانيكي للآلة من خلال شاشة عرض و توقيف الآلة عند ظهور تجاوزات في منحني السبيكتروغرام. وهناك آلات مزودة بكاميرات خاصة لمراقبة جودة الشريط الناتج (شكل 7-39) حيث يعطي جهاز الحاسب الملحق بالآلة بيانات عن نمرة وانتظامية الشريط ونسبة السحب وسرعة الآلة والإنتاج الطولي والوزني ورسم مخططاتها.



شكل 7-38: بنظام مراقبة جودة الشريط

يوضح الشكل 7-40 مخطط لآلة سحب حديثة حيث تم وضع جهاز ضبط انتظامية نمرة الشريط في آلات السحب الحديثة، و يعمل هذا الجهاز على ضبط انتظامية نمرة الشريط بحيث لا يزيد معامل الاختلاف عن ١% فقط ويوجد لهذا الجهاز نوعان الأول ميكانيكي والثاني كهربائي. يركب جهاز ضبط انتظامية سماكة الشريط **على عملية السحب الأخيرة**، حيث نحصل منها على شريط منتظم عن طريق تحويل الإشارة الناتجة عن النقص أو الزيادة في سمك شرائط التغذية إلى تغير في التيار الكهربائي وبالتالي زيادة أو نقص في سرعة اسطوانة السحب المغذية للسماح لها بضبط نمرة الشريط الناتج. هناك حساس عند القمع (سلك معدني صغير موصول إلى دارة كهربائية) وفي حال انقطاع الشريط القطني يتجمع القطن على صفيحة حرة الحركة فتضغط على الحساس الذي ينقل الأمر إلى المحرك الرئيسي ويتم إيقاف للآلة.

شكل 7-39: كاميرات خاصة لمراقبة جودة الشريط الناتج



شكل 7-40: مخططات لآلات سحب حديثة

يجب أن تكون الآلة مزودة بأجهزة تستخدم لفحص سماكة الشريط الداخل ومنها:

1- **فحص المادة بواسطة الأذرع**، تحصر أحد الأذرع ثابتة الأشرطة ضمن المسار المحدد والأخرى متحركة (عتلة الفحص) والتي تتحرك لليمين أو لليسار بالعلاقة مع سماكة المادة بين الذراعين، و لكن من مساوئ هذه الطريقة:

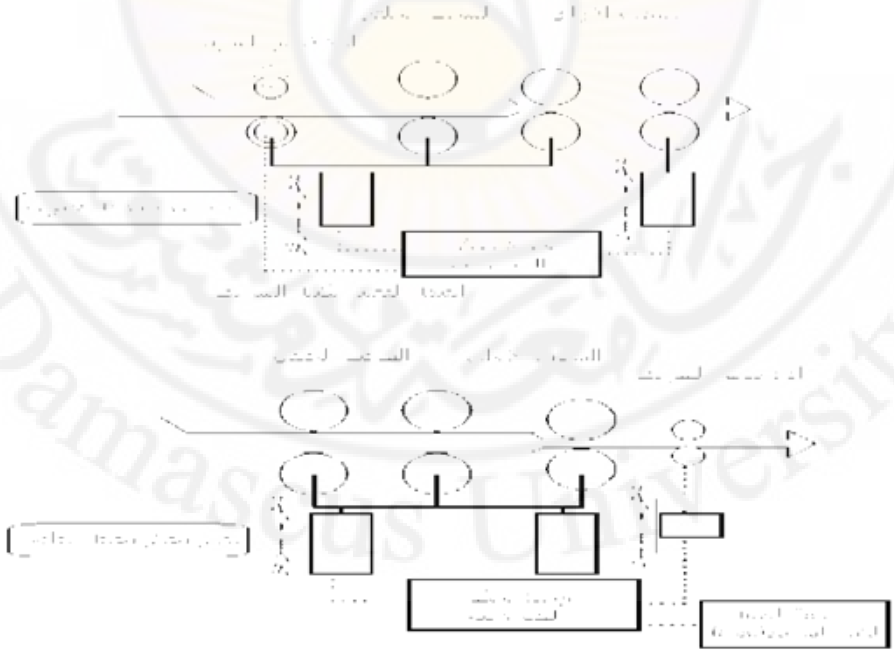
1) عدم تحقيق الضغط الكافي على المادة للتحسس بسماكتها الحقيقية (<6 نيوتن)
2) حدوث انزلاقات عشوائية للمادة من جهة الذراعين
3) تشكل ترسبات من بقايا الشعيرات على أذرع الفاحص
4) ينخفض أداء المنظم كلما زادت السرعة (500 م/د وما فوق) وتتعدم عملية التسوية بشكل شبه كلي بالسرعات العظمى للآلة (أعلى من 800 م/د)

2- **جهاز تنظيم الشريط الإلكتروني**، يستخدم لضبط نمرة الشريط الناتج من ماكينة السحب بحيث تقل الاختلافات إلى أقل حد ممكن وهو عبارة عن طارة معدنية بها مجرى يركب عليها طارة أخرى فيها بروز يدخل في هذا المجرى الذي يمر منها الشريط وهي حرة الحركة ومتصلة بجهاز إلكتروني. عند مرور أماكن غليظة من الشريط تبتعد الاسطوانة المتحركة عن الاسطوانة الثابتة وتعطي أمراً لعلبة السرعة في المحرك لزيادة السرعة ويزداد السحب والعكس بالعكس، حيث تتحول حركتها الميكانيكية إلى موجات كهربائية حتى ينتج في النهاية شريط منتظم لكل وحدة طولية.

يبين الشكل 7-41 كيف يتم فحص المادة بواسطة زوج من الاسطوانات تحصر بينها مجموعة الأشرطة و فحص سماكة المادة بنظام المسح ومن ثم نقل إشارات تغيرها (زيادة أو نقصانا) إلى معالج رقمي الذي يقوم بدوره إعطاء آلية التبديل الأوتوماتيكي الأمر بتبطيء أو تسريع تغذية الأشرطة الداخلة، و من مزاياه أنها تدور وتمسح سماكة المادة باحتكاك منخفض وتؤمن تنظيف ذاتي لمنطقة الفحص مع السماح بضغط فحص عالي (120 دكا نيوتن) بالإضافة إلى عدم انزلاقات حيث يبقى أداء المنظم عاليا بالحدود المقبولة حتى بالسرعات العالية للآلة (800 م/د وما فوق).

شكل 7-41: جهاز تنظيم الشريط

يعتمد النوع الكهربائي على التغيير في سعة مكثف تمر الأشرطة المغذاة بين لوحين يوجد بينها مجال مغناطيسي يتأثر بكثافة الشعيرات الداخلة حيث يترجم هذا التغير إلى فرق جهد كهربائي، يتم مقارنته بالقيمة المطلوبة في ضوء متوسط البيانات للشريط الناتج ويتم اختزان وتحويل هذه المعلومات إلى جهاز تغيير السرعة للسلندر المنتج أو المغذي بالزيادة أو بالنقصان ليتم ضبط النمرة. يوضح الشكل 7-42 نظام التحكم بدارة (حلقة) مفتوحة أو مغلقة بنمرة الشريط الناتج عن عملية السحب، النظام المفتوح يتم فقط بمعرفة القيمة اللحظية وهو أرخص وأسهل، أما النظام المغلق للتنظيم الأوتوماتيكي فهو أكثر تعقيداً ولكن أكثر دقة.



شكل 7-42: نظام التحكم بحلقة مفتوحة أو مغلقة

توجد بعض الأجهزة الحديثة التي لم تستعمل بطريقة شاملة وذلك لخطورتها على العمال حيث تستخدم أشعة **بيتا** التي تخترق الأماكن السميكة والرفيعة ولكن تكمن خطورتها في النشاط الإشعاعي لهذه الأجهزة كما في المنظم ذي الحساس النظائري الذي يستخدم الكريبتون Krypton 85 (منبعاً بدون إشعاع) و زمن نضوبه حوالي عشر سنوات، ويوجد بعض الأجهزة تعمل بالموجات الصوتية حيث تخترق المقطع العرضي للشريط ولكن استعمالها محدود. ويمكن استخدام اختلاف اختراق الضوء للشرائط المغذاة ولكن يؤثر اختلاف شدة الإضاءة على هذه الطريقة نتيجة عدم ثبات الفولت داخل المصانع، وكذلك اختلاف لون القطن المستخدم. **بالنسبة للمنظمات الهوائية فان** العيوب الأساسية فيها هي التوقف المتكرر نتيجة الانسداد الناتج عن الأوساخ الكثيرة في الشريط و حتى يكون عملها مستقراً يجب استعمال الهواء الجاف والنظيف في داراتها.

7-8- مواصفات فنية لآلة سحب حديثة
(Technical Specifications of Modern Drawing Machine)

تتميز آلات السحب الحديثة بعدة مواصفات ميكانيكية يمكن تلخيصها كالتالي:

- سرعة تحرير الاسطوانات العلوية عند حدوث التفاف بسيط وطري قابل للانتزاع بسهولة، بدلا من التنظيف اليدوي بأدوات حادة تعرض كسوة الاسطوانات للعطب مما يعني مردوداً عالياً للآلة بتكلفة منخفضة دون مشاكل، يعطي النظام الأوتوماتيكي لفصل الشريط شريط خالي من العيوب وهو ملائم لجميع أنواع المواد الأولية.
- تم زيادة سرعات الآلات إلى أكثر من ضعف السرعات التي كانت تعمل بها الآلات التقليدية مع المحافظة على جودة الإنتاج وانتظاميته و إلى مضاعفة الإنتاج.
- ضبط مركزي للمحاور بشكل سريع وسهل دون الحاجة لإيقاف التشغيل أو لاستخدام أدوات القياس مع ضمان توازي المحاور وبالتالي إطالة فترة خدمة الرولمانات.

- الوثوقية العالية والتخفيف من العمل اليدوي مع توفير بالقطع ومواد التزييت والصيانة من حيث سهولة وسرعة تبديل أو إضافة الزيت بواسطة نظام التزييت المركزي بشكل أوتوماتيكي وإمكانية تحديد ذلك على شاشة الكمبيوتر.
- الاسطوانات العلوية في مركز السحب لآلات السحب الحديثة أكبر 12 % منها لآلة السحب التقليدية وهذا يعني عدد دورات وحرارة أقل للاسطوانة وبالتالي خدمة أطول للطبقة الكاوتشوكية واحتمال أقل للالتفافات مع أقل مسافة ممكنة لمجال السحب الأساسي وتوجيه وجودة أفضل للشعيرات وخاصة لحالة تشغيل الشعيرات القصيرة.

استخدام ضواغط نابضية على الروليات العلوية لجهاز سحب ثنائي الحقول وحقل سحب بأرضية مقعرة مع تأمين طرد هوائي للأوساخ والغبار عن الاسطوانات والروليات. يبين الجدول 7-3 مواصفات فنية لآلة سحب حديثة، **حيث** تكون سرعة التغذية حتى 1100 متر بالدقيقة برأس أو رأسين وإنتاجية حتى 400 كغ/سا، وتستقبل نمر شريط 1.25 إلى 7 كيلوتكس وازواجات من 4 إلى 8 وسحب حتى 12 وعوادم من 0.1 إلى 1 %.

جدول 7-3: مواصفات فنية لآلة سحب حديثة

Technical data of a high-performance draw frame

Delivery speed [m/min]	up to 1100
Production per delivery [kg/h]	up to 400
Deliveries per machine	1 or 2
Doublings	4 to 8
Draft	up to 12
Delivery hank [ktex]	1.25 to 7
Waste [%]	0.1 to 1

عند الصيانة و قبل فك اسطوانات السحب سواء السفلية أو العلوية يجب تشغيل الآلة حتى انتهاء القطن منها وتنظيف الآلة من العوادم زمناً ثم فصل التيار الكهربائي عن الآلة ورفع الأغطية من أعلى الاسطوانات والمسننات ليتم بعدها رفع الضغط عن الاسطوانات العلوية ورفع الاسطوانات العلوية ووضعها في مكان آمن للحفاظ على سلامة الكسوة الكاوتشوكية وحتى لا تتسخ بالزيت أوالشحم.

بعد اتمام عمليات الصيانة وقبل البدء بالتشغيل يجب التأكد من:

- ✓ مطابقة عدد البراميل المغذاة ومراقبة نظافة و حالة جهاز السحب.
- ✓ سلامة الحساسات الكهربائية و الميكانيكية و أجهزة تنظيم النمرة.
- ✓ نمرة الشريط الناتج و مطابقتها للمواصفات الموضوعة بالمتابعة مع المخبر
- ✓ مراقبة سلامة روليات السحب و عملها بشكل الصحيح.
- ✓ وصل الشريط بشكل صحيح وإزالة العوادم في أوقاتها المحددة.
- ✓ انتظامية الشريط و مدى مطابقته للقيم المطلوبة بالمتابعة مع المخبر
- ✓ سلامة البراميل المستخدمة و نوابضها و عدم رمي المنتج على الأرض.

يتم تنظيف آلة السحب كل نصف شهر خلال 45 دقيقة للآلة أحادية الرأس و90 دقيقة للآلة ثنائية الرأس ويبدل الزيت حسب المخطط الموضوع لتأخذ العملية نصف ساعة. يتم التشحيم من 15 إلى 30 يوم، ويتم تنظيف صفائح البراميل شهريا. يتم تنظيف غطاء مجالات السحب كل ساعتين وغطاء الآلة كل أربع ساعات ويتم تنظيف المنظفات العلوية كل ساعتين ويتم تنظيف منظف الاسطوانات السفلية كل 8 ساعات وعوادم المروحة كل ساعة وتنظف النصبة كل وجبة. يبين الجدول 7-4 أمثلة عن آلات سحب واسم العنصر والعمر الافتراضي للعنصر حين يجب استبداله لبعض الآلات التجارية.

جدول 7-4: أمثلة عن آلات سحب واسم العنصر وعمره الافتراضي

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الثامن

8- آلات تحضير ملفات التمشيط وآلات التمشيط

Lap Forming and Combing Machines

يتطلب إجراء عملية التمشيط وجود مرحلتين إنتاجيتين بعد مرحلة السحب، **الأولى** آلة تحضير ملفات التمشيط **والثانية** تمشيط الملف، من أجل الحصول على خيوط مغزولة ممشطة ذات ألياف مستقيمة متوازية وذات جودة عالية خالية من الشوائب ولنمر خيوط ما بين 6-16 تكس. وتتم عملية التمشيط دائما للأقطان المتوسطة والطويلة التيلة و يتم التحكم في نسبة العوادم المستخرجة من آلة التمشيط حسب نمرة الخيط المراد إنتاجه وكذلك الغرض الذي يستخدم فيه هذا الخيط ومتوسط طول التيلة للقطن المستخدم، يبين الشكل 8-1 الأساس النظري لعملية التمشيط.

شكل 8-1: الأساس النظري لعملية التمشيط

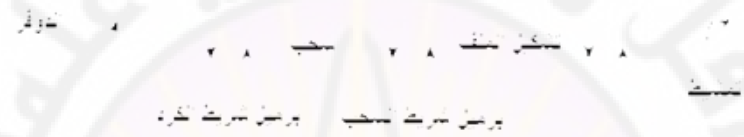
مرحلة تحضير ملفات التمشيط

Lap Preparing Stage

8-1- مقدمة (Introduction)

يتم في عملية تحضيرات التمشيط تجهيز الشريط المسرح في صورة ملائمة لتغذية آلات التمشيط بحيث نضمن عدم مرور ألياف قصيرة في الشريط الممشط. يغذي القطن على شكل ملف لآلة التمشيط وبمواصفات خاصة من حيث الطول والعرض ليتناسب مع عرض الفكوك والمشط الذي يقوم بعملية التمشيط وكذلك أن يكون الملف منتظماً في وزن الوحدة الطولية منه وفي توزع الألياف. تكون الألياف ذات انحناء أمامي أو خلفي أو مزدوج وقد تكون مستقيمة دون انحناءات، وجد تجريبيا أن نصف الشعيرات ذات

انحناءات خلفية و 20 % من الشعيرات مستقيمة وأن حوالي 16 % من الشعيرات ذات انحناءات أمامية، يتم التعامل مع هذه الانحناءات بواسطة المشط السفلي في ماكينة التمشيط من خلال فرد واستقامة الشعيرات ذات الانحناءات الأمامية ويعمل المشط العلوي على فرد الانحناءات الخلفية. وكذلك فإن عملية تحضيرات التمشيط تكون زوجية وذلك لتعديل الانحناءات الخلفية لتصبح أمامية ليتمكن المشط السفلي من فردها وجعلها مستقيمة (شكل 8-2).



شكل 8-2: التعامل مع الانحناءات

حتى أواخر 1960 كانت عملية التمشيط تطبيق على القطن طويل التيلة لنواحي اقتصادية، وكان القطن متوسط وقصير التيلة يمشط بعد تسريحه بآلة كرد ثنائية سيلندر التسريح، الشكل 8-3 يبين تأثير العمليات التكنولوجية على نسبة النبس الناتجة.

شكل 8-3: تأثير العمليات التكنولوجية على نسبة النبس

8-2- تحضير الشريط المسرح (Sliver Preparing)

يتم إجراء عملية تحضير للشريط المسرح لتحويله إلى ملف ليغذي إلى آلة التمشيط بطريقتين:

1. **الطريقة الحديثة:** تزود الآلة بالتقنيات الحديثة التي تعمل على زيادة انتظامية وتوازي الألياف وذلك لتوفير المساحة وتقليل استهلاك الطاقة الكهربائية والقوى العاملة وبالتالي تقليل التكاليف، وهي الطريقة الأكثر استخداما بتشكيل ملفات التمشيط في خطوة واحدة ومن ثم تنقل الملفات إلى آلة التمشيط، وتلائم مساحات المصانع الحديثة حيث إنها تلغي تماما عملية سحب وتطبيق الملفات ويكتفى بعملية تجميع الأشرطة بنسب سحب قليلة وزيادة عددها. يتم في آلة تشكيل الملفات تجميع من 24 إلى 36 شريطاً على مجموعات كل 8 أو 16 شريطاً على حدة لتمر على مجموعة سحب يتم فيها سحب وتوازي الألياف (شكل 8-4)، ثم تخرج على شكل شاشة ليتم تجميعها على الشاشة الناتجة من الممر الثاني والشاشة الناتجة من الممر الثالث، تمر بعدها على مجموعة سحب نهائية ومنها إلى اسطوانات الصقل واسطوانتي بناء الملف ليخرج في النهاية ملف تمشيط منتظم الوزن لكل وحدة طولية.



شكل 8-4: آلة تشكيل الملفات الحديثة

تكون الألياف في الملف الناتج متوازية وموزعة توزيعا منتظما حتى لا تخرج الألياف الطويلة أثناء عملية التمشيط، و يتم نقل الملفات عن طريق وسائل نقل ومناولة في سقف صالة التمشيط حتى لا تتعرض الملفات للانسلخ أو التلف أثناء النقل. تجمع بعض الآلات حوالي 60 شريطاً تتجمع على شكل طبقات قطنية وتتعرض لعملية سحب ولف وتنقل لآلات التمشيط إلا أنها ذات توقفات عالية، يمكن أن نجد نوعين من الآلات وهي:

1. **في النوع الأول:** يتم تحضير ملف التمشيط على آلة تحضير ملفات التمشيط بواسطة اسطوانتي لف كما هو مبين بالشكل 8-5. يكون الضغط المطبق على الملف خلال عملية تحضيره في نقطتي ارتكاز هما نقطتا تماس الملف مع اسطوانتي اللف، تقاد الآلة بانفيرترات لتبديل سرعة التغذية بالعلاقة مع تغير قطر الملف للمحافظة على شد منتظم خلال لف الطبقات.



شكل 8-5: تحضير ملف التمشيط

- **في النوع الثاني:** يتم تحضير ملف التمشيط على آلة تحضير ملفات التمشيط آلة بواسطة قشاط لف مسطح منحني على شكل الحرف اللاتيني أوميغا مقلوب (ʊ)، يحضن بداخله الملف خلال عملية بنائه وذلك لتقليل استهلاك الطاقة والاستغناء عن نظام مبدل السرعة الأوتوماتيكي بالآلة اللازم وللمحافظة على شد لف منتظم بالعلاقة مع ازدياد قطر الملف كما بالشكل 8-6. تصل الطاقة الإنتاجية للآلة حتى 520 كغ/ساعة بسرعة لف ثابتة 180 م/دقيقة واستهلاك منخفض بالطاقة (أقل بـ 25 %) و اختلاف النمرة بما لا يتجاوز 0.5 % ويمكن للعامل تخديم عدد آلات تمشيط اكبر ،7 آلات مقارنة مع 5 آلات في الأنظمة التقليدية. يكون الضغط المطبق على الملف من جهة قشاط اللف موزعاً على قطّاع زاوي واسع منه (حتى 75 % من محيطه) وبالتالي يضمن حالة مثالية لتغيير كمية السحب بالعلاقة مع تزايد قطر الملف دون حدوث قفزات عشوائية تؤثر في جودة الملف الناتج، وبالتالي الحصول على ملف بقطر كبير (حتى 65 سم) متجانس البنية و موحد اللف وسهل التشغيل على آلة التمشيط وبمردود إنتاجي عالي لكامل طوله دون حدوث تفاوت بالشد أو التصاق

الطبقات، لان التصاق الطبقات يزيد من نسبة العوادم ويسيء لجودة المنتج وتخفض من مردود آلة التمشيط.



شكل 8-6: آلة تحضير الملفات (أوميغا)

2. **الطريقة التقليدية:** يتم تجهيز الشريط في الطريقة التقليدية على مرحلتين لإنتاج الخيوط الرفيعة. في **المرحلة الأولى** يتم تجميع عدد من الأشرطة (6-24 شريط) على آلة تجميع الأشرطة وتحويلها إلى ملف. وفي **المرحلة الثانية** يتم سحب وتجميع عدة ملفات (6 ملفات) وتحويلها إلى ملف على آلة سحب وتطبيق الملفات وذلك لتنظيم وتوازي الألياف في الاتجاه الطولي للملف. الشكل 8-7 يبين نظام اتوماتيكي متكامل لآلات تحضير الملفات وآلات سحب وتطبيق الملفات وآلات التمشيط.

شكل 8-7 : نظام تمشيط اتوماتيكي متكامل

8-3- أجزاء آلة تجميع الأشرطة والية توصيل الحركة

يتم في آلة تجميع الأشرطة إجراء عملية سحب بسيطة للألياف مع زيادة نسبة الخلط وانسجام الألياف بتجميع عدة أشرطة (16–24) لإنتاج الملف، و يكون عرضه مساوياً عرض المشط بآلة التمشيط، وتتكون آلة تجميع الأشرطة (شكل 8-8) من:

شكل 8-8: آلة تجميع الأشرطة

نصبة التغذية أو الكريل Creel: مجموعة حوامل رأسية يتراوح ارتفاعها بين 160–180 سم بحيث يسمح هذا الارتفاع بترتيب اسطوانات التغذية أسفل النصبة في صفوف لتسهيل عملية تغذية الشريط دون احتكاك بين الأشرطة، وتلحق بها مجموعة من الأدلة لتنظيم حركة الأشرطة بين اسطوانات التغذية و تساعد طاولة الأشرطة لكي تكون الأشرطة متجاورة عند دخولها إلى اسطوانات الضغط (الصقل). تصنع أجزاء النصبة من الصلب غير القابل للصدأ حتى تكون ناعمة الملمس (شكل 8-9).

أدلة الشريط: يوجد دليل لكل شريط وتمر الأشرطة بين اسطوانات التغذية ويجب أن يكون سطح هذه الأدلة ناعماً حفاظا على جودة الأشرطة.

اسطوانات التغذية (الرفع) : اسطوانتان من الصلب غير القابل للصدأ ويعملان على رفع الأشرطة من البراميل لكي تغذى إلى جهاز السحب بالآلة، توجد طاولة الأشرطة

خلف اسطوانتي التغذية وهي مصنوعة من الصلب غير القابل للصدأ أومن معدن مغلفن ومثبت عليها أدلة بطريقة هندسية حيث تكون الأشرطة متجاورة وتأخذ حركتها بانتظام إلى اسطوانات تجميع الأشرطة، يمكن ضبط ارتفاع أو انخفاض الطاولة عن طريق فك مسامير التثبيت ورفع كرسي حامل الطاولة إلى أعلى أو إنزاله إلى أسفل وإعادة الربط للمسمارين عند المستوى المطلوب للطاولة (شكل 8-10).

شكل 8-9: النصبة

شكل 8-10: طاولة الشريط

اسطوانات تجميع الأشرطة وصقل الملف: اسطوانتان من الصلب ثقيلة الوزن وعلى أطرافها نوابض لزيادة الضغط الناتج منها على الأشرطة لتنعيمها ومنع تشعر والتصاق طبقات الملف مما يسهل فكه في المرحلة التالية (شكل 8-11). هناك عدة أنواع منها فقد تكون عبارة عن زوج من الاسطوانات رأسية (واحد فوق الآخر) أو عبارة عن زوجين رأسيين متتاليين وفي بعض الآلات تكون الاسطوانات عبارة عن أربعة اسطوانات رأسية تمر بينها طبقة القطن بين العلوية والثانية ثم بين الثانية والثالثة ثم بين الثالثة والرابعة وذلك للعمل على زيادة صقل طبقة الملف. تعمل صفيحة توجيه مصنعة من الصلب غير القابل للصدأ أو الألمنيوم الناعم كدليل لتوجيه الأشرطة الناتجة من طاولة التجميع وتوصيلها إلى زوج من اسطوانات الصقل، بحيث تكون الأشرطة مرصوصة بطريقة منتظمة. تستقبل أسطوانات الضغط الشرائط بعد خروجها من صفيحة التوجيه المائلة

وتضغط على الشريط مع قوة سحب بسيطة بينها وبين درافيل الرفع لتوصيل طبقة الشرائط إلى بكرة الإنتاج الموجودة بين اسطوانتي إنتاج الملف. يمكن فك كرسي حامل اسطوانات الضغط بفك مسامير تثبيت غطاء الكرسي ورفع الغطاء ثم نابض الضغط ثم رفع الاسطوانة العليا فالسفلى (شكل 8-12).

شكل 8-11: اسطوانات تجميع الأشرطة

شكل 8-12: اسطوانات الضغط

حامل الملفات المُنتجة: عبارة عن حامل مقوس، يقوم جهاز التقليع الأوتوماتيكي بإخراج الملف الناتج عليه بعد انتهاء بنائه ويتسع لعدة ملفات ويحوي حساساً يعمل على إيقاف الآلة طالما أن الملفات موجودة على الحامل، يبقي نظام الشفط الآلة نظيفة

(الشكل 8-13)، حيث يرتبط بوحدة الشفط المركزية أو لصندوق فلتر التنظيف في بعض الحالات.

شكل 8-13: آلية التنظيف

اسطوانتا الملف: اسطوانتان يوجد على سطحهما مجاري طولية لإعطاء الاحتكاك اللازم لبناء الملف ويدوران في اتجاه واحد وبسرعة دورانية واحدة وتتصلان بجهاز بناء الملف وقطعه، أما البكرة المتصلة بالقرصين والموجودة بينهما فتدور بالاحتكاك معهما ويتم فتح القرصان في حالة انتهاء بناء الملف ليتم إخراج البكرة بواسطة جهاز التقليع الأوتوماتيكي وتركب بكرة جديدة لبناء ملف جديد، بعد مرور الملف الناتج على طاولة الإنتاج ذات حساس كهربائي يعمل على إعادة تشغيل الآلة (شكل 8-14).

قد يتم تطبيق ضغط ناتج عن ضاغط للهواء لبناء الملف و يكون متصلاً بعدة أذرع وروافع متصلة بجانبي بكرة الملف وذلك لضمان بناء البكرة متماسكة الطبقات وحتى لا يزيد حجم الملف بصورة كبيرة (شكل 8-15). يتم التحكم في طول الملف عن طريق جهاز تحديد طول الملف والذي يأخذ حركته من اسطوانات بناء الملف عن طريق مجموعة مسننات وعند وصول الملف للطول المحدد، تتوقف اسطوانات الصقل وتستمر اسطوانات الملف في الدوران ليتم قطع طبقة الملف ومن ثم يزول الضغط عن القرصين الجانبيين وبكرة الملف. يتم فتح القرصين ودفع الملف للخروج من الآلة عن طريق مجموعة مكابس هوائية وصمامات وبعد ذلك يتم تركيب بكرة فارغة جديدة بين القرصين والقفل عليها وانخفاض القرصين إلى أسفل حتى تلامس البكرة اسطوانتي بناء الملف

فتدور الآلة ويبدأ بناء ملف جديد. يتحكم في إتمام هذه العمليات مجموعة من الصمامات الكهرومغناطيسية والحساسات تتحكم في تشغيل مكابس الهواء التي تأخذ الهواء عن طريق ضاغط الهواء الخاص بالآلة في تتابع زمني وبتوقيت دقيق. يتناغم منظم ضغط اتوماتيكي للملف مع قطر الملف، فزيادة قطر الملف تؤدي إلى رفع الذراع وزيادة الضغط وإعطاء الأمر. كانت هذه العمليات تتم في الآلات القديمة وكان تغير الملف يقوم به العامل يدويا والضغط على الملف كان عن طريق فرملة وثقل يتحرك على رافعة متصلة بالجرائد المسننة على جانبي بكرة الملف وذلك لزيادة الضغط (شكل 8-16).



شكل 8-14: اسطوانتا الملف

من ناحية جودة العملية الإنتاجية، إذا فحصنا الملف الناتج من آلة تجميع الأشرطة فإننا سنجد أن الملف غير منتظم وأن الألياف بها انحناءات خلفية وأمامية وأن الألياف غير منتظمة بطبقة الملف و سيقوم المشط السفلي والعلوي باستخلاص جميع الألياف غير المنتظمة في اتجاه طولي للملف وهذا يؤدي إلى أن الألياف الطويلة يتم التخلص منها وهذا يعتبر خسارة اقتصادية، وبالتالي لابد من مرور الملف على عملية سحب وتطبيق للملفات لانتظام طبقة الملف وتنظيم الألياف بالملف في الاتجاه العرضي والطولي، يبين الشكل 8-17 مقارنة بين نظامي نزع الملفات في الآلات الحديثة.

تمسك البكرة بواسطة حلقتين أسطوانيتين متمحورتين مع الأقراص وتنحصر بينهما (شكل 8-18). يركب محور الأقراص على رولمانات متوضعة في فتحة هيكل سكك الآلة، عند زيادة قطر اللف على البكرة ترتفع البكرة ومعها ترتفع السكك الجانبية المصنوعة من الفونت وتشكل السكك الجانبية إطاراً تمسك به البكرة . تتعشق السكك

الجانبية بالمسننات الدائرية المثبتة على محور الفرملة ويتم الضغط بين الأقراص عن طريق النابض المتمركز في الطرف الأيمن لجدار رولمان المحور. يتحرك القرص على طول المحور بواسطة ذراع و يدور المحور مبددا عزم الفرملة ليرتفع الإطار و الملف.

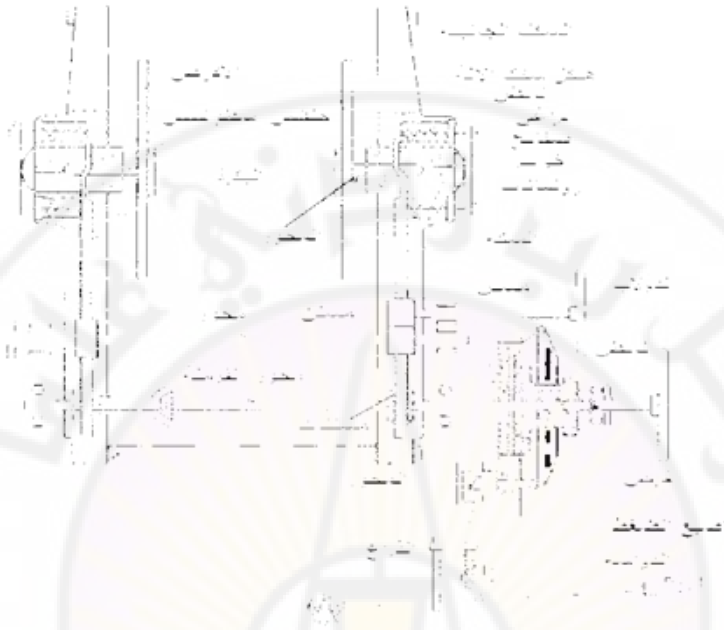
شكل 8-15: منظم ضغط اتوماتيكي للملف

شكل 8-16

شكل 8-17: مقارنة بين نظامي نزع الملفات

لرفع قوة الفرملة يمكن الضغط على الدواسة وبالتالي ينزاح الذراع إلى الأسفل و تزيح أصبع الضغط إلى اليمين، وبنتيجة هذا الانزياح يدور الذراع حول المحور ويزيح القرص إلى اليمين وينضغط النابض والقرصان يتحرران من الفرملة وتعود أجزاء الآلة إلى وضعيتها الأولى بواسطة النابض بعد الانتهاء من الضغط على الدواسة. يصمم جهاز ضغط البكرة من أجل اتحاد البكرة مع القرص ميكانيكيا، عند دوران المحور تنزل

السكة وتنضغط البكرة تحت تأثير النابض وبنتيجة تحرر الخوابير تدفع بالسكة للنزول للأسفل، تؤثر النوابض من خلال البراغي والصفائح حيث تنظم قوة الضغط على البكرة.



شكل 8-18: مخطط جهاز شد الملف لآلة تجميع الأشرطة

للآلة عداد يتألف من عدة مسننات موصولة مع اسطوانتي الملف ولزوج من هذه المسننات نتوء و أحد هذه المسننات يدور على عمود مثبت في ذراع متحرك, وبعد عدد معين من دورات روليات التدحرج يتطابق نتوءا هذين المسننين حيث ينحني المسنن مع الذراع و اصبع الضغط الموجودة في نهاية الذراع على زر توقف الآلة و يعمل كابح كهرومغناطيسي للآلة.

8-3-1- أجهزة إيقاف الحركة في آلات تجميع الأشرطة

(Stop Motion Devices in Lap Forming Machine)

تنقسم أجهزة إيقاف الحركة بالآلة إلى أجهزة خاصة بانتظامية الإنتاج وأجهزة خاصة بالأمن الصناعي ويبين الشكل 8-19 صندوق التحكم الخاصة بالآلات الحديثة:

أولا: أجهزة خاصة بانتظامية الإنتاج:

1- **حساس انقطاع الشريط من الخلف** : عبارة عن حساس كهربائي حيث تكون الدارة الكهربائية مفتوحة وعند قطع الشريط ينزل الثقل فيلامس اسطوانة الرفع فتغلق الدارة الكهربائية ويتم إيقاف الآلة ثم يقوم العامل بوصل الشريط أو تغيير الاسطوانة المنتهية ويضغط على مفتاح تشغيل الآلة لمتابعة العمل. توجد في الآلات الحديثة أجهزة إيقاف إلكترونية مكونة من خلية كهروضوئية مثبتة في نهاية الكريل وخلية أخرى مثبته في نهاية الآلة وهما عبارة عن مرسل ومستقبل للأشعة، عند مرور الأشرطة يصل الشعاع الصادر من الخلية الأولى إلى خلية الاستقبال الثانية وعند قطع أحد الأشرطة من الخلف فإن الشريط يسقط لأسفل قاطعاً الشعاع الضوئي المار بين المرسل والمستقبل مما يؤدي إلى إيقاف محرك الآلة وتقف جميع أجزاء الآلة وتضيء لمبة بلون معين أعلى الآلة للدلالة على أن الشريط المقطوع من الخلف، حتى يتم وصل الشريط وتعمل الآلة ثانية.

شكل 8-19: تجهيزات خاصة بالآلات الحديثة

2- **حساس خاص بالتفاف القطن على الاسطوانات:** وهو عبارة عن حساس مركب بهيكل الآلة وله بكرة في الأمام تكون أعلى محور اسطوانة الضغط، عند لف القطن على الاسطوانة السفلية أو العلوية فإن محور الاسطوانة العلوية يرتفع إلى أعلى ليضغط على بكرة الحساس فيتم فتح الدارة الكهربائية ويقف محرك الآلة الرئيسي.

ثانيا: أجهزة خاصة بالأمن الصناعي: حساسات كهربائية عند كل الأبواب والأغطية،عند فتح أي باب أو أي غطاء من أغطية المسننات والطارات يتم فتح الدارة الكهربائية لتقف الآلة مما يؤمن السلامة المهنية للعاملين من الحوادث والأخطار.

8-3-2- آلية توصيل الحركة في آلات تجميع الأشرطة

تأخذ أجزاء الآلة في الشكل 8-20 حركتها من محرك مثبت عليه علبة سرعة لتخفيض سرعة المحرك و مركب عليه مسنن نجمي قائد (27-42) يعطي الحركة إلى مسننين الأول 22 يعطي حركة عن طريق مجموعة مسننات إلى اسطوانتي الرفع، أما المسنن الثاني 81 مثبت على اسطوانة الضغط السفلية الذي يدير مسنن 22 مثبت عليه يعطي حركة إلى مسنن 22 لإدارة اسطوانة الضغط العلوية مباشرة.

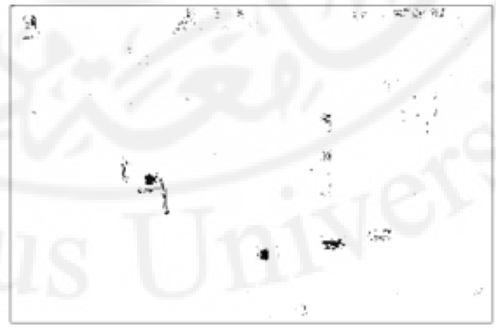
شكل 8-20: آلية توصيل الحركة في آلات تجميع الأشرطة

مما يجعلهم يدوران في اتجاهين متعاكسين للعمل على سحب طبقة القطن وتوصيلها إلى اسطوانتي إنتاج الملف اللتين تأخذان الحركة بواسطة مسنن 17 مثبت على اسطوانة الضغط السفلية التي تعطي الحركة بواسطة جنزير إلى مسنن اسطوانتي الإنتاج وكل منهم مثبت عليه مسنن 55 وبينهم مسنن للتحكم بشد ورخو الجنزير 17، تكون حركتهم

في نفس الاتجاه لإخراج الملف وكذلك لدوران بكرة الملف بينهم. يثبت على اسطوانة إنتاج الملف الخلفي الجهة الأخرى مسنن تغيير، تعطى الحركة إلى مسنن القطع للملف 25 و تعطى أيضا الحركة إلى مسنن 67 لعداد خاص بتحديد طول الملف الناتج، يوجد آلية قفل بالآلة لضمان عدم إدارتها بأي حال من الأحوال عند إرجاع القرصان لأعلى. عند إتمام عملية التقليع أوتوماتيكيا فإن جميع الحركات السابقة للصمامات تتم عن طريق حساسات تتحكم في حركة الصمامات كما يبين الجدول 8-1 و الشكل 8-21.

جدول 8-1: حساسات تتحكم في حركة الصمامات

الصمام	استخدامه	الصمام	استخدامه
A	لرفع القرصان لأعلى	A	لخفض القرصان إلى أسفل
B	لفتح القرصان	B	لغلق القرصان على البكرة
C	لإدارة القرصان بسرعة لقطع الملف		
E	لإيقاف الذراع التبديل عند محور القرصان	E	لاستكمال مشوار ذراع التبديل إلى أقصى مشوار جهة الأمام
D	لطرد الملف القديم ووضع بكرة فارغة جديدة أمام محور القرصان	D	لإرجاع الملف إلى الخلف لأخذ بكرة فارغة جديدة



شكل 8-21: الصمامات

8-4- آلة سحب وتطبيق الملفات (Ribbon Lap Machine)

8-4-1- أجزاء الآلة (Machine Parts)

تعمل آلة سحب الملفات على زيادة تنظيم وتوازي واستقامة الألياف في طبقات الملف الناتج وتتكون من أجزاء رئيسية مبينة في الشكل 8-22 وسيتم شرحها بالتفصيل:

شكل 8-22: آلة سحب الملفات

يتوضع **حامل الملفات** خلف الآلة و توضع عليه الملفات الاحتياطية ليتم تغذيتها عند انتهاء الملف. تحوي **اسطوانتي التغذية** المعدنيتين مجاري طولية تعمل عند دورانها على فرد طبقة الملف، تكون هذه الدرافيل خلف كل رأس من رؤوس الآلة وتدور في اتجاه واحد لفرد طبقة الملف وتغذيتها إلى اسطوانات السحب. تتكون **اسطوانات السحب** من مجموعة من الاسطوانات، تحوي السفلية منها مجاري في اتجاه المحور وتكون محمولة على كراسي بين كل رأس وأخرى، وتركب عليها الاسطوانات العلوية المغطاة بطبقة من الكاوتشوك، يختلف عدد الاسطوانات حسب جهاز السحب المركب. يتم الضغط على الاسطوانات العلوية في نظام السحب بواسطة ميكانزمات مزودة بنوابض أو بواسطة ضغط الهواء أو بواسطة الضغط المغناطيسي وفي الآلات القديمة كان يتم الضغط بواسطة الأثقال. يختلف الضغط من الخلف إلى الأمام فيكون أقل من الخلف ويزيد كلما اتجهنا للأمام وكذلك مسافة الضبط بين الاسطوانات تكون متسعة من الخلف وتقل كلما اتجهنا للأمام وذلك لزيادة التحكم في الألياف وتكون الألياف في المنطقة الخلفية كثيرة وتقل نتيجة السحب في المنطقة الأمامية وبذلك يزيد الضغط على الاسطوانات وتقل مسافة الضبط في المنطقة الأمامية، تتوقف مسافة الضبط على طول التيلة المستخدم

وعدد الألياف بين الاسطوانات. يضاف لقوى الضغط على الاسطوانة الوزن الذاتي لاسطوانة الضغط والبالغ حوالي (21–37) kgf وتزداد سرعة اسطوانات الجر مع زيادة طول التيلة. تكون نسبة السحب بآلة سحب الملفات تساوي عدد الرؤوس (8) وبذلك يكون وزن الملف الناتج من الآلة بعد تجميع 8 ملفات يساوي وزن الملف المغذى للآلة. تدور اسطوانات السحب السفلية عن طريق مجموعة من المسننات أما الاسطوانات العلوية فتدور بالاحتكاك مع الاسطوانات السفلية. إذا كان لدينا ثلاث أزواج من الاسطوانات سيكون هناك طول إضافي يعطى لعدم انقطاع الألياف حسب الجدول 8-2.

جدول 8-2: المسافات بين الاسطوانات

المسافة بين الاسطوانة الأولى والثانية	المسافة بين الاسطوانة الثانية والثالثة
$L_1=L_P+a_1$	$L_2=L_P+a_2$
L_P : الطول الوسطي للألياف a_1 : طول إضافي 5–10 ملم	a_2 : طول إضافي 7–12 ملم

بعد خروج طبقة من بين اسطوانات السحب وبتخفيض مساوي لنسبة السحب ستكون كمية الألياف بها قليلة وتكون شاشة القطن ضعيفة جدا ويجب معاملتها برفق حتى يتم تجميع الشاشات الناتجة من الآلة في مستوى أفقي فوق بعضها دون تغيير اتجاه الألياف فيها عن طريق تغيير الاتجاه بمقدار 90 درجة، ومن هنا تم تصميم **الصفيحة المقوسة** (كدليل توجيه) لكي تكون دليلاً للشاشة لتغيير اتجاهها دون قطعها. تصنع من الصلب غير القابل للصدأ وتكون ناعمة الملمس جدا وتكون أعرض قليلا من عرض طبقة الملف، ثم تمر الشاشات على طاولة ناعمة مصقولة لتجميع الشاشات. يتم الضغط على **اسطوانات الصقل/ الضغط** (المعدنية المصقولة ثقيلة الوزن) أعلى باستخدام نوابض لزيادة الضغط على الشاشات الناتجة من رؤوس الآلة لضغطها في طبقة واحدة مصقولة كملف يسهل حله على آلة التمشيط (شكل 8-23). تحوي **اسطوانتا الملف** مجاري في اتجاه المحور لتساعد على دوران بكرة الملف نتيجة الاحتكاك ويكون اتجاه دورانهما واحد وسرعتهما واحدة ويقومان بلف طبقة القطن على بكرة الملف المصنوعة من الفيبر أو

البلاستيك. يتم لف طبقة القطن تحت تأثير ضغط الهواء على طرفي البكرة المتصلة بمكابس للهواء وذلك لتقليل حجم الملف ولبناء ملف متماسك، ويوجد في الآلة جهاز لتحديد طول الملف. وعند انتهاء الطول المطلوب فإن الجهاز يعمل عن طريق مجموعة من الصمامات التي تقوم بتشغيل مجموعة من الروافع والأذرع والمكابس التي تعمل على تغيير الملف وتركيب بكرة جديدة لبناء ملف جديد.

شكل 8-23: آلة التمشيط

8-4-2- أجهزة إيقاف الحركة في آلة تطبيق الملفات

توجد مجموعة من الحساسات الكهربائية وتقوم فكرة الحساسات على نظرية التماس الكهربائي التي سبق شرحها في آلة تجميع الأشرطة، تعمل على إيقاف الآلة عند قطع التغذية من أحد الملفات أو عند انتهاء ملف التغذية من الخلف، أو عند لف القطن على اسطوانات السحب السفلية أو العلوية، أو عند لف الشاشة على اسطوانات الصقل السفلية أو العلوية.

8-5- مخطط وحسابات نقل الحركة (Gearing Plan and Calculation)

8-5-1- آلة تحضير الملفات الأولية (Sliver Lap Machine)

تكمن أهمية هذه المرحلة بإعادة توجيه ألياف شريط الكرد وتحسين استقامتها وتوزيعها في المقطع العرضي مما يخفض الاجهادات على آلة التمشيط، يبين الشكل 8-24 مخطط حركة آلة تحضير ملفات التمشيط.

- **حسابات السرع:**

1. سرعة اسطوانات التغذية:

$$n = 1400 \times \frac{147 \times 17}{460 \times 60} = 126.76 \text{ rpm}$$

2. سرعة الاسطوانة الأمامية:

$$n = 1400 \times \frac{147 \times 17 \times 21 \times 60}{460 \times 60 \times 21 \times 18} = 422.53 \text{ rpm}$$

شكل 8-24: مخطط حركي لآلة تحضير الملفات الأولية

3. سرعة الاسطوانة الرابعة:

$$n = 422.53 \times \frac{50}{56} = 377.26 \text{ rpm}$$

4. سرعة الاسطوانة الثالثة:

$$n = 377.26 \times \frac{27}{23} \times \frac{24}{20} = 531.44\text{rpm}$$

ستكون سرعة الاسطوانة الثانية هي:

$$n = 531.44 \text{ rpm}$$

5. سرعة الاسطوانة السادسة:

$$n = 377.26 \times \frac{43}{37} = 438.43 \text{ rpm}$$

وستكون سرعة الاسطوانة الخامسة:

$$n = 438.43 \text{ rpm.}$$

6. سرعة الاسطوانة المحززة:

$$n = 1400 \times \frac{147}{460} \times \frac{17}{60} \times \frac{25}{78} = 40.628 \text{ rpm}$$

7. سرعة الاسطوانة الملساء:

$$n = 1400 \times \frac{147}{460} \times \frac{17}{60} \times \frac{25}{76} = 41.607 \text{ rpm}$$

حساب نسب السحب:

السحب الفعلي: يساوي النسبة بين السرعة السطحية للاسطوانة المحززة إلى السرعة السطحية لاسطوانة التغذية.

$$d_{act} = \frac{\pi \times 35 \times 422.53}{\pi \times 27 \times 438.43} = 1.249$$

نسبة سحب المنطقة الأمامية: تساوي نسبة بين السرعة السطحية للاسطوانة الأولى إلى السرعة السطحية للاسطوانة الثانية.

$$d_1 = \frac{\pi \times 35 \times 422.53}{\pi \times 27 \times 531.44} = 1.0306$$

نسبة سحب المنطقة الخلفية: تساوي نسبة بين السرعة السطحية للاسطوانة الخامسة إلى السرعة السطحية للاسطوانة السادسة.

$$d_3 = \frac{\pi \times 35 \times 377.26}{\pi \times 28 \times 438.43} = 1.1154$$

نسبة سحب المنطقة الوسطى: تساوي نسبة بين السرعة السطحية للاسطوانة الثالثة إلى السرعة السطحية للاسطوانة الرابعة.

$$d_2 = \frac{\pi \times 27 \times 531.44}{\pi \times 35 \times 377.26} = 1.0866$$

وبالتالي يساوي السحب الكلي:

$$d_{total} = d_1 \times d_2 \times d_3 = 1.0306 \times 1.1154 \times 1.0866 = 1.249$$

حساب ثابت السحب:

بفرض مسنن تغيير السحب (I/DCW) =1 وسرعة التغذية هي (1 rpm)

$$C_d = \frac{\pi \times 35 \times 1}{\pi \times 27 \times \frac{50}{\mathrm{DCW}} \times \frac{43}{37}} \times 1$$

$$d = C_d \times \mathrm{DCW} = 0.02230 \times 56 = 1.249$$

8-5-2- آلة تحضير الملفات النهائية (Ribbon Lap Machine)

يمكن إجراء حسابات السرعة والتسارع لآلة تخضير الملفات في الشكل 8-25:

حساب السرع:

1. سرعة اسطوانة التغذية:

$$n = 950 \times \frac{147 \times 30 \times 40 \times 47 \times 12}{280 \times 120 \times 56 \times 62 \times 20} = 40.509\mathrm{rpm}$$

2. سرعة الاسطوانة الخلفية:

$$n = 950 \times \frac{147 \times 30 \times 40}{280 \times 120 \times 56} = 89.0625\ \mathrm{rpm}$$

3. الاسطوانات الخلفية الملحقة:

$$n = 89.0625 \times \frac{27 \times 35}{40 \times 18} = 116.89\ \mathrm{rpm}$$

4. سرعة الاسطوانة الأمامية:

$$n = 950 \times \frac{147}{280} = 498.75\ \mathrm{rpm}$$

5. سرعة اسطوانة الجر على الطاولة:

$$n = 950 \times \frac{147 \times 35 \times 21}{280 \times 81 \times 20} = 226.28 \text{ rpm}$$

شكل 8-25: مخطط حركي لآلة تحضير الملفات النهائية

6. سرعة اسطوانة الكالندر:

$$n = 950 \times \frac{147 \times 35 \times 82 \times 19 \times 20}{280 \times 81 \times 43 \times 21 \times 59} = 126.04 \text{ rpm}$$

7. سرعة الاسطوانة الملساء:

$$n = \text{سرعة اسطوانة الكالندر } (126.04) \times \frac{25}{76} = 41.46 \text{ rpm}$$

8. سرعة الاسطوانة المحززة:

$$n = \text{سرعة اسطوانة الكالندر } (126.04) \times \frac{25}{77} = 40.92 \text{ rpm}$$

حساب نسب السحب:

السحب الكلي: يساوي النسبة بين السرعة الخطية للاسطوانة المحززة إلى السرعة الخطية لاسطوانة التغذية.

$$d_{total} = \frac{\pi \times 410 \times 40.92}{\pi \times 72 \times 40.50} = 5.75$$

السحب الكلي في منطقة السحب: يساوي النسبة بين السرعة الخطية للاسطوانة الأمامية إلى السرعة الخطية للاسطوانة الخلفية.

$$d_{actual} = \frac{\pi \times 32 \times 498.75}{\pi \times 32 \times 89.0625} = 5.6$$

حساب ثابت السحب: بفرض مسنن تغيير السحب ذو الرقم 56 على الشكل (DCW) =1 وسرعة التغذية هي (1 rpm).

$$d = \frac{\pi \times \mathrm{D} \times 1}{\pi \times \mathrm{D} \times \frac{30}{120} \times \frac{40}{\mathrm{DCW}}} = 0.1$$

$$d = C_d \times \mathrm{DCW} = C_d \times 1 = 0.1$$
$$C_d = 0.1$$
$$d_{act} = C_d \times d = 0.1 \times 56 = 5.6$$

يبين الشكل 8-26 مخططات حركية لآلات لف بكر متعددة.

مخطط تكنولوجي لآلة لف البكر فوك الايطالية

شكل 8-26: مخططات تكنولوجية لآلات لف البكر

8-6- عيوب آلات تحضير الملفات وأسبابها

(Lap Machine Problems and Reasons)

سنستعرض أهم العيوب الناتجة عن آلة تحضير الملفات وكيفية التعامل معها:

1. الملف الناتج من الآلة غير منتظم الوزن لكل وحدة طولية: يجب اختبار وإصلاح أجهزة إيقاف الحركة، أو فحص انتظامية شريط السحب أو الكرد.
2. الملف الناتج ذو ألياف غير متوازية: يجب ضبط قوة السحب وانتظامية الضغط على الاسطوانات العلوية، أو ضبط المسافات بين الاسطوانات.

3. الملف الناتج ملتصق الطبقات: يجب فحص نسبة الرطوبة بحيث تكون مناسبة في جو صالة التمشيط، أو ضبط المكابس واليات الضغط على الملف.

8-7- الأجهزة الملحقة بالات تجميع الملفات وتطورات آلات تحضير الملفات

8-7-1- الأجهزة الملحقة بالات تجميع الملفات (التقليدية والحديثة):

جهاز تحديد طول الملف (شكل 8-27): يقوم بتحديد طول الملف المطلوب إنتاجه على آلة تجميع الأشرطة لعمل الملفات حسب حاجة التشغيل في آلات التمشيط. حيث يتكون الجهاز من مسنن (25) المثبت على اسطوانة إنتاج الملف الخلفي ويعطي حركة إلى مسنن (67) وسيط وعليه نواة ناتئة وهو يعطي الحركة لمسنن (57) ولكي تتم حركة القطع للملف لابد أن يدور المسنن (57) عدد لفات مساوية تماما لعدد أسنان المسنن الوسيط حتى تلتقي النواتان مع بعضهما فيحدث إبعاد للمسنن (57) المثبت عليه لسان يصطدم بحساس فتحدث عملية القطع وبالتالي تتم حركة خروج الملف بعد انتهاء الطول الملفوف عليه حسب عدد أسنان مسنن التغيير (25).

آلية قطع الملف: يتم قطع الملف عند انتهاء الملف ورفعه إلى أعلى حيث يقوم الصمام بإدخال الهواء إلى المكبس ويتحرك ذراع المكبس إلى الأمام بسرعة فتحرك الجريدة المسننة المركبة على ذراع المكبس فتدير المسنن المركب عليها والمعشق معها بسرعة كما يبين الشكل 8-28. يوجد على محور المسنن من الداخل طارة من الحديد مغلفة بطبقة من البلاستيك تكون هذا الطارة ملامسة لأحد القرصين وتديره بسرعة كبيرة فيدور معه الملف بسرعة أكبر من سرعة دخول القطن لاسطوانتي الملف وبالتالي يتم قطع الملف. ثم بعد ذلك يتم لإخراج الملف ومن ثم يتم إعادة ذراع المكبس للخلف فتعود الجريدة المسننة والمسنن إلى وضعها الأصلي لبدء العمل من جديد.

آلية فتح وقفل القرصين بآلة تجميع الأشرطة (شكل 8-29): يتم فتح وقفل القرصين عن طريق صمامات مثبتة على الجريدتين المسننتين وذلك لإخراج الملف المنتهي وتشغيل ملف جديد حيث يندفع الهواء من ماسورة دخول الهواء لينخفض المكبس

و ذراع المكبس إلى أسفل ، بعد ذلك تتحرك الرافعة حول محورها ويتجه طرفها العلوي إلى أعلى ويتحرك دليل محور القرصان للخارج (وهو مثبت بواسطة مسامير محورية) ويفتح القرصين فيصبح الملف حراً لإخراجه. بعد إخراج الملف وتركيب بكرة جديدة يتم الضغط على الصمام فيرتفع ذراع المكبس إلى أعلى فتتحرك الرافعة ويتحرك محور القرصين إلى أسفل فيتم غلق القرصين على بكرة الملف الفارغة للعمل من جديد.

آلية إخراج الملف الممتلئ (شكل 8-30): يرفع الملف بعيدا عن اسطوانتي بناء الملف بعد فتح القرصين ليصبح الملف حراً ويتم قطع طبقة الملف. يدخل الهواء ويتحرك المكبس للأمام حيث تتحرك الجريدة المسننة فتدير المسنن المتعشق معها فيدير محور ذراع طرد الملف وينزل الذراع لأسفل حيث تطرد بكرة الألمنيوم الموجودة بالذراع من الأمام الملف للخارج وتضع بكرة الملف الفارغة أمام محور القرصين. ويوجد أسفل الجريدة المسننة حساسان يعملان على طريق ضاغط مركب على ذراع المكبس حيث يحدد المقدار الذي يتحرك به المكبس لوضع الذراع وبكرة الملف في الموضع المناسب لكي يقبض عليها محور القرصين. بعد انتهاء الملف يتم إرجاع ذراع طرد الملف للخلف وتعليقه حتى انتهاء الملف الجديد وأخذ بكرة فارغة استعدادا لدورة جديدة وذلك عن طريق دخول الهواء وإرجاع ذراع المكبس للخلف ويقف عند نهاية المشوار بواسطة الحساس.

شكل 8-27: جهاز تحديد طول الملف

شكل 8-28: آلية قطع الملف

شكل 8-29: آلية فتح وقفل القرصين بآلة تجميع الأشرطة

شكل 8-30: آلية إخراج الملف الممتلئ

يبين الشكل 8-31 جهاز تحريك ذراع طرد الملف وإدخال بكرة جديدة بآلة تجميع الأشرطة وعمل ملفات التمشيط، يتحرك جهاز تحريك الأذرع لطرد الملف لأقصى مشوار للأمام و يتحرك ذراع المكبس للأمام والخلف ويوجد مصدم مثبت على محور البكرة لطرد الملف. بعد انخفاض الذراع ونزع الملف ووضع بكرة فارغة أمام محور القرصين، يدخل الهواء للمكبس و يعمل الجهاز عن طريق الصدام لإرجاع الذراع إلى الخلف لأخذ بكرة جديدة وتعليقها لأعلى حتى انتهاء الملف.

شكل 8-31: جهاز تحريك ذراع طرد الملف

8-7-1-1- تطورات آلات تحضير الملفات
(Improvement in Lap Forming Machine)

لنزع الملفات الجاهزة عن آلة تحضير الملفات ووضعها على العربة ومن ثم نقلها إلى آلات التمشيط تزود الآلة بأنظمة نقل الملفات التالية:

أ- نظام يدوي: توضع 4 ملفات يدويا على عربة ويتم جرّها يدويا إلى آلات التمشيط.

ب- نظام نصف أوتوماتيكي: توضع 4 ملفات أوتوماتيكيا على عربة وتُجر يدويا.

ج- نظام أوتوماتيكي كامل: ويتضمن عمليات مؤتمتة بشكل كامل بدءا من توضع ثماني ملفات على منصة خاصة، ومن ثم تعليق هذه الملفات على حوامل تتحرك بمسار معين بواسطة سكة تنقلها إلى آلات التمشيط ومن ثم تلقمها لآلات التمشيط. من مزايا هذا النظام عدم تماس العمال بالمادة الأولية وبالتالي جودة أفضل للشريط الناتج وإشغال محدود لمكان توضع آلات قسم التمشيط وتوفير باليد العاملة.

هناك آلات حديثة لتجميع الأشرطة وتشكيل ملفات حيث تقوم بتجميع حتى 36-24 شريط سحب أو تسريح وتمر هذه الأشرطة على مجموعة من اسطوانات السحب وتخرج على شكل شاشة ثم يتم تجميع المجموعتين تمهيدا لدخولهم لتكوين الملف. تتكون مجموعة التمشيط الحديثة أيضا من نظام أوتوماتيكي لنقل ملفات التمشيط، في الخطوط الحديثة (شكل 8-32) وبعد الانتهاء من بناء الملف يتم رفع الملف وتعليقه على حوامل معلقة على قضبان بسقف الصالة و يتم نقلهم بواسطة مفتاح كهربائي يحركهم إلى صالة التمشيط ثم يتم وضع الملفات على الحامل الاحتياطي لآلات التمشيط، هذا يقلل من كلفة

تصنيع الخيط الممشط ويقلل من هدر المواد الأولية وعدد المراحل اللازمة لعملية التمشيط دون التأثير على الجودة المطلوبة بحدودها المقبولة.

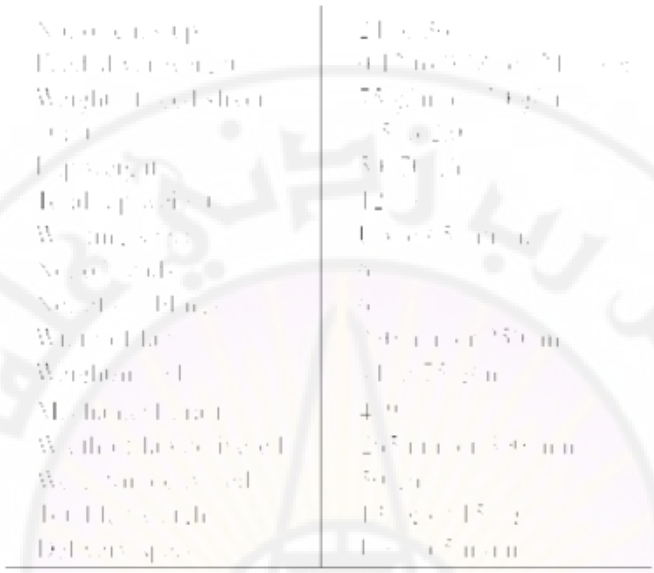
حققت الآلات الحديثة بنظام (VARIOspeed) جودة في التحكم بسرعة الملف تبعا لتغير قط الملف خلال عملية بناء الملف مما يحقق جودة خلال العمل بسرعات عالية كما بنظام أوميغا الذي شرح سابقا (زاوية إحاطة 180 - 270 و سرع حتى 180 م/د). عند لف الملف يعمل نظام (Superlap TSL 1) و نظام (Marzoli LW2N) على إبقاء نسبة الوزن الطولية ثابتة (غرام/متر) للحصول على القيمة المطلوبة.

شكل 8-32: نظام أوتوماتيكي لنقل ملفات التمشيط

8-7-2- مواصفات فنية لآلات تشكيل ملفات حديثة
(Technical Specifications of Modern Lap Machine)

يبين الجدول 8-3 مواصفات فنية لآلات تشكيل الملفات الحديثة:

جدول 8-3: مواصفات فنية لآلات تشكيل الملفات الحديثة



مرحلة التمشيط

Combing Stage

8-8- مقدمة (Introduction)

تعمل آلة التمشيط على تخليص القطن من نسبة كبيرة من الألياف القصيرة وتجميع عدة ملفات منتجة من آلة تجميع الأشرطة وتحويلها إلى شريط واحد متوازي الألياف بالإضافة إلى إزالة القشور والأتربة والمواد الغريبة والعقد وإزالة نسبة من الألياف القصيرة وإحداث نسبة تجانس كبيرة بين الألياف بواسطة الازدواجات الكثيرة التي تمت في مرحلة التحضير أو في آلة التمشيط ذاتها. اخترع هيلمان أول آلة تمشيط عام 1851 لتمشيط ألياف القطن وزودت الآلة بعدد كبير من الكامات السالبة والموجبة لضبط توقيت حركة الأجزاء، عدل ناثمث هذه الآلة عام 1902 لتقليل عدد الكامات المستخدمة في الآلة وتم تحريك الفكين العلوي والسفلي للفكوك إلى الأمام معا مما يجعل المسافة بين الفكوك والمشط السفلي قصيرة وهذا يتيح فرصة تمشيط ألياف اقصر. يخصص نظام الغزل الممشط لإنتاج الخيوط الرفيعة أو لإنتاج خيوط متوسطة النمر بمواصفات خيط محسنة مقارنة مع نفس نمر الخيوط المنتجة بطريقة الغزل المسرح. تختلف آلات التمشيط من شركة لأخرى، شكل 8-33.

شكل 8-33: آلات تمشيط

يوجد نوعان من التغذية بآلات التمشيط والتي تؤثر على نسبة عوادم التمشيط وهما:

التغذية والفكوك متحركة للأمام: حيث طول الخصلة الممسوكة بالفك والمتناولة منها تساوى مسافة الضبط بين الفك واسطوانات الفصل والوصل، وفي هذا النوع تتم التغذية أثناء سحب الألياف إلي الأمام بواسطة اسطوانات القطع والوصل وبالتالي فان نسبة العوادم المستخلصة في هذه الحالة تقل مقارنة مع التغذية الخلفية.

التغذية والفكوك متحركة للخلف: إن التغذية تتم أثناء حركة الفك للخلف وبالتالي فان طول الخصلة الممسوكة بالفك والمتداولة منها أثناء عملية التمشيط يساوى مسافة الضبط بين الفك واسطوانات الفصل والوصل مضافا إليه طول التغذية كل الألياف التي طولها اقل من هذه المسافة سوف تذهب إلى العوادم لتشغل على آلة التسريح.

8-9- نظرية التمشيط (Combing Theory)

تقوم نظرية التمشيط على مبدأ أن قصر أطوال الألياف يعوق طريقة استخدام التمشيط المستمر، وبالتالي يتم التمشيط على شكل خصلات منفصلة ثم يتم وصلها. تثبت الخصلة من الخلف في كل مرة ثم يقوم مشط إبري بالمرور بين ألياف الخصلة، ثم تثبت من الأمام ويقوم مشط آخر بالمرور بين الألياف وذلك يخلص الخصلة من الألياف القصيرة والنبس ويقوم بفرد واستقامة الألياف ثم يتم وصل الخصلات بطريقة منتظمة.

جرت العادة على تصنيف نسبة التمشيط من نصف ممشط إلى ممشط إلى عالي التمشيط، يؤمن فرد واستقامة الألياف والتخلص من الانحناءات الخلفية والأمامية من الألياف تحقيق توازي الألياف مع محور الشريط التجانس العالي والخلط الجيد بين الألياف نتيجة الازدواجات في تحضيرات التمشيط أو التمشيط وإزالة نسبة كبيرة من العقد (النبس) في الشريط المغذي وبالتالي تحسين مظهرية ومتانة الخيوط .

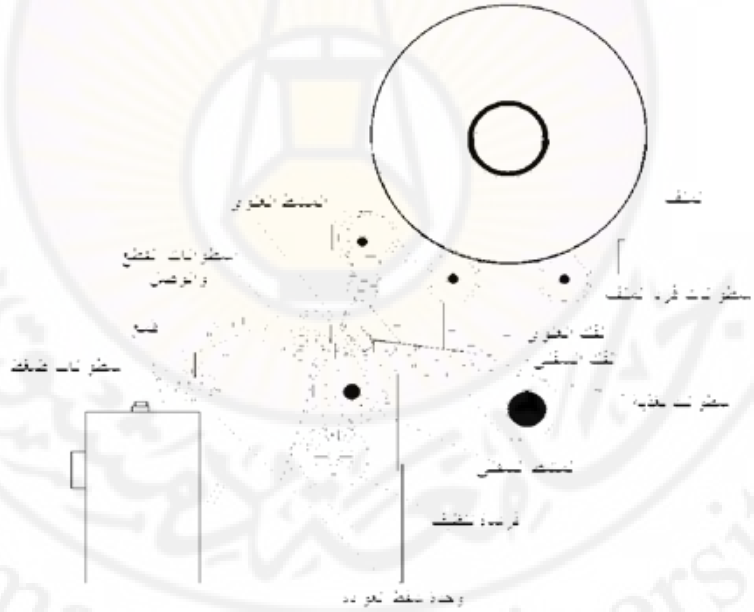
8-10- أجزاء آلة التمشيط واليه العمل

8-10-1- أجزاء آلة التمشيط (Combing Machine Parts)

تتكون آلة التمشيط عموما من عدة أجزاء منها المحرك القائد للآلة وأدوات التحكم و الأجزاء العاملة مثل اسطوانة التغذية والفكوك والمشط السفلي والمشط العلوي واسطوانات

الفصل والوصل بالإضافة إلى صندوق الشفط لتجميع العوادم ووسائل التحكم بتشكيل الشريط (شكل 8-34)، بالإضافة إلى جهاز السحب ووسائل جر الشريط ومبدل البرميل ومحرك فرشاة التنظيف والتجهيزات الالكترونية والهوائية ولوحة القيادة وتثبت الأجزاء على هيكل الآلة (شكل 8-35).

صممت آلات التمشيط لكي تؤدي أجزائها المختلفة عدة حركات بصورة متقطعة ومتزامنة بالنسبة بعضها البعض، فهناك آلات تمشيط ذات آلية فصل متحركة (حركة دائرية +حركة دائرية عكسية+حركة انسحابية لليمين+حركة انسحابية لليسار) مع قوابض ثابتة مع حركة للأعلى والأسفل لمسك الألياف، وآلات ذات ملاقط متحركة (حركة انسحابية لليمين+حركة انسحابية لليسار) مع آلية جهاز الفصل ثابتة وتقوم فقط بحركة دائرية ودائرية عكسية.



شكل 8-34: آلة التمشيط

يتكون حامل الملف الاحتياطي من 3 قضبان معدنية مثبتة أعلى الآلة، والغرض منهم حمل الملفات الاحتياطية الناتجة من التحضيرات. يبين الشكل 8-36 مسقط أفقي

لكرسي حامل الملفات الاحتياطي واسطوانتي الملف ودليل الملف بآلة التمشيط، تصنع اسطوانتا الملف من المعدن أو الألمنيوم وهما متساويتان في القطر والسرعة الدورانية وتمتد كل منهما بطول رؤوس الآلة وتحويان مجاري طولية على السطح الخارجي لتساعد على تحريك ملف التغذية نتيجة الاحتكاك مع الاسطوانتين. تكون حركة اسطوانتي التغذية منتظمة أو متقطعة تبعا لنوع الآلة وذلك لتغذية طبقة القطن بانتظام.



شكل 8-35:هيكل آلة التمشيط

شكل 8-36: اسطوانتا الملف

درفيل التغذية عبارة عن اسطوانة من الصلب تحوي مجاري طولية، وتركب على الفكوك السفلى ومركب عليها ميكانزم المسنن والسقاطة لتحركها عدد معين من الأسنان حسب طول الخصلة المغذاة في كل دورة تمشيط ويمكن زيادة أو تقليل عدد الأسنان التي يحركها المسنن لزيادة أو تقليل طول الخصلة كما سيشرح لاحقا (شكل 8-37). يتم ضبط **دليل الملف** حسب عرض الملف المغذي بحيث يتم توجيههما إلى جهة اليمين أو

اليسار بواسطة مسامير التثبيت والضبط ليتجه الملف المغذي إلى السطح المائل ثم إلى اسطوانة التغذية بطريقة سليمة وصحيحة.

شكل 8-37: درفيل التغذية

تلعب الفكوك (الملاقط) دوراً كبيراً في عملية التمشيط، وهما فكّان أحدهما الفك السفلي وهو أفقي وتركب عليه اسطوانة التغذية ويتحرك للأمام وللخلف، والآخر هو الفك العلوي وهو عمودي على الفك السفلي وينطبق عليه فيمسك طرف خصلة الألياف. وللفك العلوي حركتان الأولى للخلف مع الفك السفلي وفي هذه الحالة يكون منطبقاً تماما على الفك السفلي للقبض على خصلة الألياف ليقوم المشط السفلي بتمشيط الخصلة والثانية تكون للأمام ولأعلى لفتح الفكوك وتسليم الخصلة إلى اسطوانات الفصل والوصل، ويتم التحكم في إحكام قفل الفك العلوي بنوابض تمنع انزلاق الألياف (شكل 8-38).

شكل 8-38: الفكوك

للفك السفلي شفة متجهة لأعلى وللفك العلوي شفة متجهة لأسفل وذلك لإحكام القفل على الخصلة وتوجيهها باتجاه المشط السفلي، تأخذ الفكوك حركتها للأمام والخلف عن

طريق مجموعة وصلات حركية تنقل الحركة الترددية ويتم التحكم في مقدار الحركة الترددية على تدريج طارة الأندكس تضبط توقيت أجزاء الآلة (شكل 8-39).

شكل 8-39: آلية حركة الفكوك بآلة التمشيط

ينقسم سطح اسطوانة التمشيط (**المشط الدائري السفلي**) إلى قسمين القسم الأول يركب عليه جرائد تمشيط (من 14 إلى 21) ويثبت عليها أسنان تختلف في عدد الإبر للتدرج في عملية التمشيط حتى لا يحدث تقصف في الألياف وتشكل حوالي 20 % من السطح (شكل 8-41)، ويركب في القسم الثاني من المشط جزء معدني أملس يعمل على حمل الخصلة وتوصيلها للأمام ناحية اسطوانات القطع والوصل ويساعد في وصل الخصلة الممشطة بالخصلة الذي سبق تمشيطها من قبل.

عند تلف أسنان أي جريدة من الجرائد يتم استبدالها بجريدة ذات نفس كثافة الأسنان. يكون الجزء الذي يحتوي على الأسنان في الآلات الحديثة عبارة عن قطعة واحدة

(منشارية أو أبرية) تركب بمسامير على محور عامود الأمشاط وفي حالة التلف يتم استبدال الجزء المسنن بالكامل. وتعتمد كفاءة التمشيط على عدد صفوف الأمشاط وطريقة توضع الإبر عليها ونمرة الإبر وزاوية ميلها وطول الجزء العامل للإبرة (شكل 8-40). تعمل الكثير من آلات تمشيط بأمشاط معدنية منشارية بدلا من الكسوة الأبرية لأنها لا تحتاج إلي عمليات صيانة ونادراً ما تتعرض للتلف وذات عمر تشغيل طويل مقارنة بالكسوة الأبرية .

شكل 8-40: كثافة الأسنان

شكل 8-41: المشط السفلي

يبين الشكل 8-42 آلية تحريك المشط السفلي الدائري حيث يأخذ المشط الاسطواني السفلي الحركة من العمود الرئيسي عن طريق عدة مسننات للحصول على السرعة المتغيرة المطلوبة، حيث تنخفض سرعته عند وصول الجزء ذي الإبر إلى فرشاة التنظيف (خلف الأمشاط) حيث تضبط لضمان تنظيفها بصورة جيدة من العوادم والشعيرات

القصيرة والنبس والقشور، تقوم مروحة شفط قوية بشفط العوادم من الفرشاة وتجميعها على ماسورة مثقبة تسمى بالشفاط تلتصق عليها العوادم على شكل شاشة يتم تنظيفها من وقت لآخر أو يتم تجميع العوادم في نهاية الآلة في صندوق تجميع واحد. تحدد الزاوية المركزية للمشط الاسطواني التي يتوضع على قوسها صفيحات صفوف الأبر بالعلاقة:

$$\alpha = \frac{2\,a\,(Z-1)}{d} \qquad (rad)$$

حيث أن (a) المسافة بين صفوف الأبر ويقاس بالمم بين رؤوس الأبر و (Z) عدد صفوف الأبر و (d) قطر اسطوانة التمشيط من المركز حتى نهاية رؤوس الأبر (مم). زيادة عدد صفوف الأمشاط أكثر من 17 صف لا تحسن الكفاءة ويكون الطول الفعال للإبر (4–6) ملم للإبر الأمامية و (1,6–3) للإبر الخلفية بزاوية ميلان (40–45) درجة وتصل حتى 60 درجة لتامين حماية أفضل لطبقة القطن.

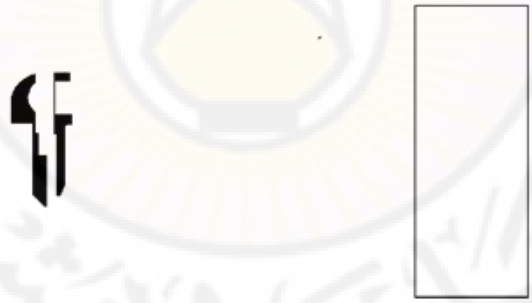
شكل 8-42: آلية تحريك المشط السفلي

يوجد **المشط العلوي** (شكل 8-43) بين الفكوك واسطوانات القطع والوصل، يركب على طرفه السفلي صف من الإبر على مسافات ضيقة و يختلف عدد الإبر في البوصة حسب درجة التمشيط المطلوب (تمشيط خشن أو متوسط أو ناعم). يزيد عدد الإبر في البوصة في التمشيط الناعم عنه في الخشن، تدخل أسنان المشط العلوي خصلة الألياف التي تم تمشيطها بالمشط السفلي بعد وصلها بالألياف التي سبق تمشيطها ومسكها بواسطة اسطوانات الفصل والوصل وهو بذلك يمشط الطرف الخلفي للخصلة ويعمل على

حجز الألياف غير المتوازية في الخصلة. وهناك المشط العلوي ذاتي التنظيف (شكل 8-44) حيث يتم تنظيفه عن طريق نفث الهواء المضغوط خلال أجزاء من الثانية لتنظيف المشط كما في آلات (Trützschler و `Rieter·Ri-Q-Top).



شكل 8-43: آلية تحريك المشط العلوي



شكل 8-44: المشط العلوي التقليدي وذاتي التنظيف

يركب المشط على حامل متصل بحركة عمود الفكوك عن طريق ذراعين ومسماري ارتكاز ، يتم ضبط مسافة اختراق المشط للألياف عن طريق مسماري الارتكاز حيث تقل نسبة العادم بتقليل مسافة الضبط وتزيد نسبة العادم بزيادتها. إن زيادة عمق دخول المشط العلوي في الخصلة الممشطة يزيد من كمية العوادم المستخلصة و لكن زيادة عمق المشط العلوي أكثر من اللازم يؤدى إلي خلل في حركة الألياف وترتيبها أثناء عملية

وصل خصلات التمشيط مما يؤدى في النهاية إلي انخفاض جودة الشريط الممشط. يتم تحديد توقيت نزول المشط إلى الخصلة أو حركته عن طريق طارة الأندكس ويتحرك المشط حركة لأعلى ولأسفل وكذلك يتحرك للأمام وللخلف مع حركة الفكوك ويتم ضبط توقيته مع توقيت حركة الفكوك واسطوانات الفصل والوصل (شكل 8-45).

شكل 8-45: آلية تحريك المشط العلوي

اسطوانات القطع (الفصل) والوصل عبارة عن زوجي اسطوانات، الزوج السفلي من الصلب غير القابل للصدأ وبه مجاري طولية لإحكام القبض على الألياف بينما الزوج العلوي مغطى بطبقة من الكاوتشوك ويتم ضغطهما على الاسطوانات السفلية بواسطة نوابض قوية أو بواسطة ضغط الهواء في الآلات الحديثة. تتحرك الاسطوانات حركة متقطعة، فهي تتحرك حركة دورانية للخلف لإبراز طرف الخصلة السابقة فتتحرك حركة للأمام ولكن أكبر من حركتها للخلف وذلك لوصل الخصلتين ثم تتوقف عن الحركة.

يبين الشكل 8-46 الحركة الميكانيكية لجهاز اسطوانات القطع والوصل بماكينة التمشيط. تتم الحركة الترددية الدورانية لاسطوانات الفصل من خلال جهاز تفاضلي شمسي مُقاد من جهاز أذرع تدوير مفصلية . تحصل الاسطوانات على الحركة الرئيسية الثابتة بالقيمة وباتجاه الدوران, من المحور الوسيط و حركة إضافية متغيرة بالقيمة و

باتجاه الدوران من ذراع الجهاز التفاضلي الواقع على محور الجهاز التفاضلي ويكون للمحور الوسيط نفس عدد دورات المشط الدائري. يبين الشكل 8-47 جمع الحركة التفاضلية من خلال الميكانزم الرباعي وذراع الجهاز التفاضلي لتعطى حركة ترددية دورانية لاسطوانات الفصل في آلة التمشيط اليابانية تويودا VC5A.

شكل 8-46: الحركة الميكانيكية لجهاز اسطوانات القطع والوصل

شكل 8-47: جمع الحركة التفاضلية لاسطوانات الفصل

دليل الشاشة (صفيحة) عبارة عن صحن أملس مصقول مصنوع من المعدن المغلفن الناعم و يساوي عرض اسطوانات القطع والوصل من الخلف ويضيق عرضه في الأمام و يقوم بتكثيف الشاشة تمهيدا لدخولها إلى **قمع التجميع**، المخروطي الشكل مستدير المقطع، حيث يوجد القمع أمام صحن الشاشة لتخرج الشاشة على هيئة شريط يضغط بين اسطوانات التجميع. لاسطوانات التجميع مجاري طولية، تكون العلوية منها مصمتة ثقيلة الوزن لصقل طبقة الشريط وتدور بالاحتكاك مع الاسطوانة السفلية، هناك جهاز إيقاف حركة كهربائي يعمل على إيقاف الحركة للآلة عند انسداد القمع أو قطع الشريط من بين اسطوانات الصقل، ويوجد أمام كل زوج من الاسطوانات دليل للشريط يعمل على لف حركة الأشرطة لتتحرك بشكل متوازي على طاولة الأشرطة حيث يتم تجميعها ودخولها إلى جهاز السحب وذلك لتجميع الشاشة الناتجة عن اسطوانات القطع والوصل.

تعمل **طاولة تجميع الأشرطة** على تجميع الأشرطة الناتجة من رؤوس التمشيط وتوجد أدلة مثبتة عليها لجعل الأشرطة تسير في اتجاه واحد وبجانب بعضها لتوصيلها إلى اسطوانات السحب الأمامية.

تتجمع الأشرطة الناتجة من رؤوس الآلة داخل **جهاز السحب** ويتم سحب الأشرطة لإنتاج شريط التمشيط النهائي، تختلف نظم السحب حسب عدد الاسطوانات السفلية والعلوية بها ويتم ضم الشريط النهائي في قمع الرصاص لكي يرص داخل الاسطوانة. تتكون اسطوانات السحب (شكل 8-48) من اسطوانات سفلية من الصلب غير القابل للصدأ وعلى سطحها مجاري لإحكام القبض على الألياف، أما الاسطوانات العلوية الأربعة فتصنع الأولى والثانية من الكاوتشوك، و الثالثة والرابعة من الصلب غير القابل للصدأ وعلى سطحهم مجاري لزيادة إحكام القبض على الألياف. يوجد مسننا سحب لتغيير قوة السحب بينهما ،و تعمل هذه الاسطوانات على فرد وتوازي الألياف وزيادة انسجام الألياف بسبب عملية التجميع والازواجات، ويساعد قضيب في مسار الألياف على عدم سقوط الألياف فور خروجها من السلندر الأوسط وبالتالي وصول الألياف إلى الاسطوانة الأمامية المعدني والسلندرين الأمامي والثاني الجلدي.

تقوم **فرشاة الأمشاط السفلية** الدائرية بتجميع العوادم من رؤوس الآلة، حيث تقوم بتخليص العوادم من الأمشاط السفلية لإزالة وأخذ الألياف القصيرة والقشور والعقد أثناء

التمشيط بالمشط العلوي لخصلة الشعيرات (شكل 8-49) وتوصل هذه العوادم إلى مروحة شفط قوية تسحب هذه العوادم على طول الآلة إلى جهاز تجميع العوادم حتى لا تتراكم العوادم على أسنان الأمشاط. يتكون مكثف وحدة تجميع العوادم من مروحة شفط العوادم داخل قفص يحتوي على سطح مثقب تلتصق عليه الألياف القصيرة والعوادم والمواد الغريبة وتقوم اسطوانتان بسحب هذه الطبقة من السطح وتجميعها في صندوق العوادم.

شكل 8-48: جهاز السحب



شكل 8-49: فرشاة نظافة الأمشاط السفلية

اسطوانات التوريد (الإنتاج) هي عبارة عن زوج من الاسطوانات أمام كل رأس من رؤوس الإنتاج وعلى سطحه مجاري ومتصل بجهاز إيقاف الحركة (شكل 8-50)، والغرض منه سحب الشريط الناتج من اسطوانات الفصل والوصل من داخل القمع

وإخراجه على هيئة شريط تجمع الأشرطة على طاولة التجميع تمهيدا لوصولها إلى اسطوانات السحب الأمامية يوجد على سطح اسطوانات الإنتاج الأمامية مجاري الغرض منها سحب الشريط من القمع وتوصيله إلى الأنبوبة المائلة ثم إلى اسطوانة الإنتاج بجهاز الرص. وهناك مسطرة من الصلب غير القابل للصدأ لتجميع الألياف وفي منتصفها ثقب اسطواني مشطوف من نهايته لتجميع الشاشة وتحويلها إلى شريط وتوصيلها إلى قمع التجميع للاسطوانات الأمامية، علما بأن القمع السفلي جزء من جهاز إيقاف الحركة الكهربائية بالآلة.

شكل 8-50: اسطوانات التوريد

طارة الأندكس: دولاب مدّرج موجود أسفل اسطوانات السحب في صندوق مسننات الآلة ومحيطه مقسم إلى عدة أقسام حسب برنامج عمل الآلة (20 قسماً و يصل في بعض الآلات إلى 40 قسماً) ويتم عن طريقها ضبط التوقيت الصحيح لحركات أجزاء الآلة مثل الفكوك والمشط السفلي والمشط العلوي وسلندرات القطع والوصل واسطوانة التغذية وغيرها وذلك لضمان الأداء السليم لجميع الأجزاء، يتحكم في حركة هذه الأجزاء مجموعة من الكامات السالبة والموجبة المرتبطة مع بعضها في بعض الآلات التقليدية.

بعد خروج الشريط من جهاز السحب يمر الشريط إلى **الفانوس أو الرصاص** (شكل 8-51) الذي يقوم برص الشريط داخل البرميل بطريقة معينة تسهل فكه في العمليات اللاحقة، وعادة يوجد بآلة التمشيط فانوسان وذلك بتقسيم عدد الأشرطة أو أن تكون الآلات ذات وجهين. وبما أن ألياف الشريط الممشط متوازية وليس فيها انحناءات فإن

القوة القاطعة للشريط تكون قليلة، ولذلك يوضع داخل البرميل نابض مثبت أعلاها طبق من البلاستيك أو الألمنيوم يرص الشريط عليه ويقابل الشريط في أقرب نقطة. عند خروج الشريط من اسطوانات الإنتاج يدخل مباشرة في الأنبوبة المائلة للفانوس لرصه في داخل البرميل بطريقة معينة، يتم دوران البرميل بعكس جهة دوران الأنبوبة المائلة لرص الشريط داخل البرميل بانتظام في حلقات دائرية بحيث يحوي كمية كبيرة من الشريط الناتج.

شكل 8-51: مسنن الأنبوبة المائلة وطريقة رص الشريط داخل البرميل

8-10-1-1- التجهيزات الملحقة (Other Equipments)

تلحق بالآلات الحديثة ذات السرعات العالية مجموعة من أجهزة الإيقاف الكهربائية أو الإلكترونية لإيقاف حركة الآلة بأسرع ما يمكن عند حدوث أي خطأ لضمان جودة الإنتاج وكذلك تزود الآلات بلمبات بيان بألوان مختلفة تركب على عمود أعلى الآلة يوضح للعامل سبب العطل ومكانه حسب لون لمبة البيان كبداية التشغيل، أو لبيان تشغيل العداد وانتهاء التشغيل عند الرقم المضبوط عليه، أو لبيان وجود خطأ أو التفاف القطن على اسطوانات جهاز السحب، أو لبيان انتهاء الملف المغذي أو امتلاء اسطوانة الشريط، أو لبيان وجود أخطاء على لوحة الطاولة كالتفاف القطن على اسطوانات الفصل والوصل أو قطع الشاشة.

عند تشغيل آلة التمشيط يتم تشغيل ضاغط الهواء بواسطة الضغط على مفتاح التشغيل الخاص به، ثم يتم رفع قاطع التيار الكهربائي لوصول التيار لإضاءة لمبة توصيل الكهرباء والضغط على مفتاح تشغيل الآلة البطيء لتشغيل الآلة تشغيلاً متقطعاً حيث يتم وصل الخصلة ثم الضغط مدة عشرة ثوان فيتم تشغيل جميع أجزاء الآلة على السريع، وعند الضغط على المفتاح الأحمر تتوقف الآلة.

تم وضع جهاز ضبط انتظامية سمك الشريط في ماكينات السحب الحديثة (شكل 8-52) وذلك لضبط انتظامية سمك الشريط بحيث لا يزيد معامل الاختلاف عن 1 % فقط ويوجد لهذا الجهاز نوعان الأول ميكانيكي والثاني كهربائي. يركب الجهاز على آخر ممر السحب، حيث نحصل منها على شريط منتظم وتقوم النظرية الميكانيكية للجهاز على مرور شرائط التغذية فوق بكرة بها تجويف وتوجد بكرة أخرى متداخلة معها بحيث يحصران الشريط بينهما تحت ضغط بسيط، وتحول الحركة الميكانيكية لإشارة كهربائية.



شكل 8-52: جهاز ضبط انتظامية سمك الشريط

8-10-1-2- أجهزة إيقاف الحركة (Stop Motion Devices)

تنقسم أجهزة إيقاف الحركة الملحقة بالات التمشيط إلى نوعين:

أولا: أجهزة إيقاف خاصة بعملية الإنتاج

- جهاز إيقاف الحركة عند انتهاء الملف المغذي: وهذا الجهاز عبارة عن حساس كهربائي وحساس مركب على عامود أسفل اسطوانتي الملف ويحوي نابضاً فعندما يكون الملف كبيراً يقوم بالضغط على الحساس ويكون التيار الكهربائي متصلاً فتعمل الآلة وعند انتهاء الملف يقل الضغط عن الحساس فيرتفع غطاء الحساس لأعلى فيفصل التيار الكهربائي وتقف الآلة وتضيء اللمبة الخاصة به.
- جهاز إيقاف الحركة عند وجود اختناق في القمع أمام صحن الشاشة: وهذا الجهاز عبارة عن قمع تكثيف مركب على ذراع مفصلي متصل بنابض يجعل القمع دائما للأمام . فعند وجود اختناق في القمع وسحب اسطوانات الشريط لطرف الألياف يتحرك

القمع للخلف فيتلامس طرف الذراع مع الحساس فيغلق الدارة الكهربائية فتقف الآلة وتضئ اللمبة الخاصة.

- جهاز إيقاف الحركة عند قطع الشريط أمام اسطوانة الشريط: بمرور الشريط الناتج من قمع صحن الشاشة يشكل مانع لغلق الدارة الكهربائية وعند قطع الشريط فإنه يحدث تلامس بالحساس مما يؤدي إلى غلق الدارة الكهربائية فتتوقف الآلة عن الحركة.
- عند التفاف القطن على اسطوانات السحب السفلية المعدنية: بمجرد التفاف القطن فوق أي من الاسطوانات العلوية أو السفلية فإن سلندر السحب العلوي يرتفع إلى أعلى ليصطدم الحساس فتغلق الدارة الكهربائية فتقف الآلة.
- جهاز إيقاف حركة الآلة عند التفاف القطن على اسطوانات الإنتاج الأمامية: عبارة عن قمع توجيه الشريط من الاسطوانات الأمامية للإنتاج إلى الأنبوبة المائلة لرص الشريط فإذا التف القطن على أحد اسطوانات الإنتاج الأمامية فإن القطن الملفوف بالسلندر يصطدم بالقمع المتصل بذراع مفصلي (متصل بنابض يجعل القمع دائما في مستوى أفقي). فإذا ما تحرك القمع لأسفل أو لأعلى نتيجة تراكم القطن على الأنبوبة المائلة فإن الذراع المفصلي يتحرك مما يؤدي إلى تلامس الذراع مع الحساس فتغلق الدارة الكهربائية وتقف الآلة وتضاء اللمبة الخاصة.

ثانيا: أجهزة الإيقاف خاصة بالأمن الصناعي

يتم إيقاف الآلة عند رفع غطاء اسطوانات الفصل والوصل ، **أو** عند فتح أي باب من الأبواب الجانبية أو الأبواب الأمامية، ويتم إيقاف الحركة عند فتح سلندر الإنتاج الأمامي واسطوانات السحب.

8-10-2- آلية عمل آلة التمشيط

(Working Principles of Combing Machine)

تتكون آلة التمشيط من عدة رؤوس تمشيط تنتج الأشرطة التي يتم دمجها لاحقا بواسطة مجموعة شد لتكوين الشريط الممشط. يتكون رأس تمشيط من اسطوانات تغذية تحمل وتدور الملف بشكل كامل، تدور الاسطوانات بشكل بطيء بمحرك مستمر وتدفع شاشة الملف إلى الأمام نحو مجموعة التمشيط المكونة من فكوك تعمل على التقاط

الألياف أثناء مرحلة التمشيط وإرسالها إلى الأداة التي تدمج الخصل، يعمل الفك الأول على منضدة تغذية للشاشة بينما يحمل الفك الثاني الخصلة.

أثناء دورة التمشيط تقوم الفكوك بحركة تبادلية، فيمكن أن تكون في موضع الرجوع الأقصى و مغلقة لالتقاط الألياف أثناء التمشيط أو في موضع التقدم الأقصى وتكون مفتوحة للمساعدة على فصل الخصلة الممشطة وعلى تقدم شاشة الملف. يقع سلندر التغذية فوق الفك السفلي ويتبع حركات الفك السفلي، ويدور بشكل متقطع ساحبا شاشة الملف إلى الأمام بمسافة محددة عند كل ضربة لأداة التمشيط. يدور المشط الدائري بسرعة باتجاه إيجابي وتخترق الرؤوس خصلة الألياف المراد تمشيطها وتنقل الألياف غير الملتقطة من قبل الفكوك وتوازي الألياف الأخرى. قبل أن تتم مرحلة ثانية من التمشيط، تخترق فرشاة اسطوانية رؤوس المشط الدائري وتزيل جميع العوادم و تنقلها إلى وحدة شفط العوادم. بعد المرور على المشط الدائري، يتم تمشيط الألياف الممسوكة في الملقط مرة أخرى بفضل المشط المستقيم الذي يتألف من قضيب مغطى برؤوس كثيفة موضوع بشكل شبه عمودي بين الملقط والأداة التي تسمح بتقدم الخصلة (شكل 8-53).

شكل 8-53: آلية العمل آلة التمشيط

مهمة المشط المستقيم هي القيام بتسوية و موازاة الألياف المثنية، يتم تقديم الخصلة الممشطة بواسطة زوجين من الاسطوانات صغيرة القطر تسمى باسطوانات الفصل والوصل، تغطى الاسطوانات العلوية بالمطاط و تكون الاسطوانات السفلية معدنية. فهي تدور بشكل متبادل ومتقطع بالاتجاهين من أجل فصل الخصلة الممشطة ووصلها بالسابقة منتجة شاشة متصلة من الألياف. في البداية تدور الاسطوانات باتجاه سلبي معيدة جزءا من الخصلة السابقة إلى الخلف، ومن ثم باتجاه ايجابي وتصعد فوق الجزء الأخير من الخصلة التي يتم نزعها عن الطية الصغيرة ليتم شدها وتقديمها بدرجة معينة.

8-11- دورة التمشيط ومخطط برنامج دورة التمشيط (Combing Cycle)

تعبر دورة التمشيط التكنولوجية عن حركة الأجزاء المختلفة للآلة وارتباطها معا بترتيب معين لأداء عملية التمشيط حيث تتأثر خواص ومواصفات الشريط الممشط الناتج بأي خلل يحدث في تزامن في حركة الأجزاء والتي تحتاج إلى تعيير دقيق لضمان العمل بشكل صحيح ودقيق. وتقسم دورة التمشيط إلى ثلاث حركات أساسية:

1- التمشيط بالمشط السفلي: عندما تتحرك الفكوك للخلف فإن السقاطة تصطدم بمسنن السقاطة المركب على محور اسطوانة التغذية والذي يعمل على تغذية خصلة من القطن ويكون الفك العلوي للفكوك لا يزال مفتوحا لأعلى وغير ملامس للفك السفلي، وينزل الفك العلوي للفكوك وينطبق جيدا على الفك السفلي عندما تصل الفكوك إلى أقصى مشوارها للخلف وتكون خصلة القطن ممسوكة جيدا بين الفكين وهنا يبدأ الجزء المسنن من المشط السفلي الدائري في تمشيط الخصلة ويكون المشط العلوي في هذه اللحظة لأعلى وتكون اسطوانات القطع والوصل متوقفة .

2- حركة الوصل: عندما ينتهي المشط السفلي من تمشيط الخصلة تبدأ سلندرات القطع والوصل حركتها إلى الخلف ليبرز طرف الخصلة الممشطة مسبقا(حوالي 5 سم) لكي تقابل طرف الخصلة التي سيتم تمشيطها في الخطوة السابقة ويتم حمل الخصلة الممشطة بواسطة الجزء الأملس من المشط السفلي وكذلك تتحرك الفكوك تدريجيا إلى الأمام لتسليم الخصلة وبعد ذلك يتم وصل أطراف الخصلتين.

التمشيط بالمشط العلوي: بعد وصل الخصلتين معا تبدأ اسطوانات القطع والوصل في الحركة للأمام ويتم خلال ذلك نزول المشط العلوي ليقابل ألياف الخصلة بعد القبض على أطرافها بواسطة اسطوانات القطع والوصل، ويكون الفك العلوي للفكوك مفتوحاً وتبدأ الفكوك الحركة للخلف لإفساح المجال للمشط العلوي لتمشيط الجزء الأخير من الخصلة. تستمر اسطوانات القطع والوصل في حركتها للأمام لإخراج الخصلتين بعد وصلهما وتمشيطهما وتستمر الفكوك في حركتها للخلف ويقوم اسطوانة التغذية بتقديم خصلة جديدة من الملف وتبدأ دور تمشيط جديدة وهكذا. تعمل أدوات آلة التمشيط بشكل متناسق فيما بينها وتكتمل دورة التمشيط في زمن دورة المشط الدائري والشكل 8-54 يبين أوضاع الألياف خلال عملية التمشيط. ويبين الشكل 8-55 الأوضاع الأربعة لأجزاء آلة تمشيط الصوف خلال عملية تمشيط الصوف.

تمشيط الخصلة تراجع الخصلة السابقة اتحاد الخصل

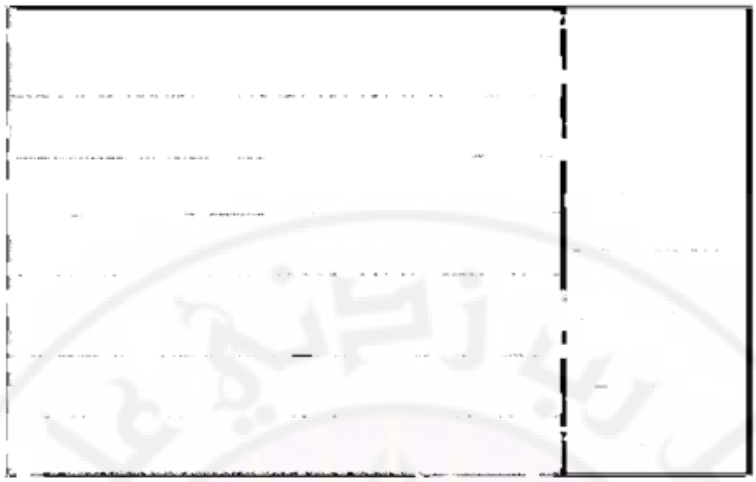
شكل 8-54: أوضاع الألياف خلال عملية التمشيط

شكل 8-55 : أوضاع أجزاء آلة تمشيط الصوف

تكون السرعة المتغيرة للتمشيط ($V=V_1+V_2$) مساوية مجموع السرعة المحيطية لاسطوانة المشط (V_1) والسرعة الخطية للفكوك (V_2)، وعموما ينتج كمية من العوادم ($G_{noil}=G_2-G_1$) تحسب بإيجاد الفرق بين وزن الطبقة القطنية الداخلة (G_2) ووزن الطبقة القطنية الممشطة (G_1) . تعطى نسبة العوادم بالعلاقة :

$$y\ (\%) = (\ G_{noil}\ .100)/(G_2) = [(G_2-G_1)\ /(G_2)\ ] \times 100$$

تستخدم طارة الأندكس لضبط توقيتات أجزاء الآلة ويوجد على المحيط الخارجي للطارة تدريج يبدأ من صفر إلى 40 ،و في بعض الآلات من صفر إلى 20، واذا نظرنا إلى مخطط التوقيت فإننا يمكن دراسة التوقيتات المختلفة للأجزاء التي تقوم بعملية تمشيط الخصلة. تبين الأشكال (شكل 8-56 و شكل 8-57) عدة أمثلة عن مخطط برنامج دورة التمشيط ويبين المخطط تعيير الأجزاء بالتوافق مع عمود الحركة الرئيسي للآلة حيث تقسم الزاوية المعبرة عن دورة واحدة للعمود الرئيسي للآلة (360) درجة إلى أجزاء وينوه هنا إلى أن للآلة برنامجا خاصاً بها فالشكل 8-56 يبين مثالاً عن تقسيمها إلى 40 جزء حيث تبدأ العملية بالمشط الاسطواني (1-8) بعد غلق الفكوك (1-13) والتي تتحرك للخلف. تبدأ حركة الفكوك للوراء من التدرج 40 وتتناقص سرعتها لتقف عند التدرج 17 وتكون سرعة التمشيط المتغيرة عبارة عن مجموع السرعة المحيطية لاسطوانة التمشيط والسرعة الخطية للقوابض. تبدأ الفكوك بعد 17 بالحركة للأمام وتفتح من التدرج 22 حتى 33,8 وتستمر بالحركة حتى 40. تتم التغذية عن طريق اسطوانات التغذية من 31,5 إلى 40 ويتحرك المشط العلوي للأمام من التدرج 20 حتى 40 وللخلف من 40 حتى 20. تدور اسطوانات الفصل للخلف لإعادة الطبقة القطنية للقوابض من 15 إلى 25,9 لتقف عند 26 حتى التدرج 27,8 حيث يتم وصل الطبقتين ومن ثم يتم تغيير اتجاه الحركة من 27,8 حتى 1,5 ليتم فصل الطبقة القطنية بسرعة عالية. فصل الطبقة القطنية والتمشيط من قبل المشط العلوي يبدأ من 30 وحتى 9 ومن التدرج 9 حتى 15 تستمر اسطوانات الفصل بالدوران ببطيء لإخراج القطن إلى الآلة.



شكل 8-56: مخطط برنامج دورة التمشيط



شكل 8-57: مخطط برنامج دورة التمشيط

8-11-1-1- السحب في آلة التمشيط (Drafting in Combing Machine)

يمكن زيادة سرعة الآلة مع زيادة طول ألياف القطن ومع زيادة جودتها، يؤخذ بعين الاعتبار نمرة الطبقة القطنية المراد تمشيطها ونسبة العوادم ، يتم السحب حتى نسبة 75 على عدة مراحل:

1) بين اسطوانة الملف واسطوانة التغذية
2) بين اسطوانة التغذية واسطوانة الفصل
3) بين اسطوانات الفصل واسطوانات الجر على الطاولة
4) بين اسطوانات الجر واسطوانة السحب الخلفي
5) بين اسطوانات جهاز السحب
6) بين اسطوانة السحب الأمامية واسطوانات الجر
7) بين اسطوانات الجر واسطوانات تعبئة الشريط

وبسبب وجود حركات ترددية وسرع متغيرة ويمكن اخذ العلاقة التجريبية التالية لحساب نسبة السحب (I) على آلة تكستيما:

$$I = \frac{N.T_B.(100 - y)}{T_L.100}$$

حيث أن (N) عدد رؤوس التمشيط و (T_B) نمرة الطبقة القطنية القادمة من اسطوانات التغذية و (y) نسبة العوادم و (T_L) نمرة الطبقة القطنية الممشطة. مع زيادة نسبة السحب تنخفض المسافة بين اسطوانات السحب.

8-11-2- آلية القيادة والتغذية في آلة التمشيط

يقوم العمود الرئيسي بإدارة جميع أجهزة الحركة ذات التأثير الدوري حسب البرنامج الموضوع، عمود التوزيع هو عمود اسطوانة التمشيط وعند دورانه دورة واحدة تتم الآلة دورة عمل واحدة. بعد اخذ قوى العطالة والعزوم الموجهة، يحسب العمود الرئيسي على القساوة والصلابة تحت تأثير العزم الدوراني وعزم اللي في وضعية الإجهاد الساكن والمتغير. مثلا في مخطط آلة التمشيط في الشكل 8-58 حيث تستخدم آلية توجيه شمسية (كوكبية) لإعطاء اسطوانة التمشيط سرعة مخففة.

شكل 8-58 : آلية توجيه كوكبية لتحريك اسطوانة التمشيط

جدول 8-4: حالات تشغيل القارنة

	حالة القارنة (8) و الحركة	حساب السرع
1	متعاشقة مع المسنن (9) الحركة سريعة بتسلسل الحركة (9-11-12-13-3-2)	$n_{12} = n_{13}\left(\frac{Z_{13}}{Z_{13}+Z_2}\right)$ n1=n13 n2 = 0 $n_{12} = n_{10} = n_1\left(\frac{Z_{13}}{Z_{13}+Z_2}\right)$
2	متعاشقة مع المسنن (7) الحركة بطيئة بتسلسل الحركة (6-5-4،-4-13-3-2)	V3=V13 ω3=ω4 V4=V5 $n_5 = n_{10} = n_1\left(\frac{Z_{13}}{Z_1+Z_5}\right)\left(-Z_4 + \frac{Z_3Z_5+Z_{13}Z_4}{Z_2+Z_{13}}\right)$

يتلقى عمود الإدارة الرئيسي (1) الحركة من المحرك الكهربائي بواسطة السيور، يتعشق المسنن (13) على العمود مع المسننات (3 و3`) التابعة له والتي تتعشق مع المسنن الثابت (2) والمسننات (4 و 4`) التابعه له التي تتعشق مع المسنن (5) المثبت في وسط المسنن (6). يتوضع المسننان (7) و (9) الحران على العمود (10) ويملكان

جلب تتداخل مع القارنة (8) ثنائية الوجه والمتحركة نحو اليمين واليسار على العمود (10) بمجاري سطحية وتتحرك وفق برنامج مسبق. يثبت المسنن (11) على العمود الوسيط (12) ويتعشق مع المسنن (9). يتم تحديد السرعة الدورانية للمسننات (7) و (9) الملائمة للعمل أثناء التمشيط وأثناء تنظيف الاسطوانة من العمود الرئيسي للآلة (1) وتعطى من خلال القارنة (8) للعمود (10). يبين الجدول 8-4 الحالتين التي تشغلهما القارنة.

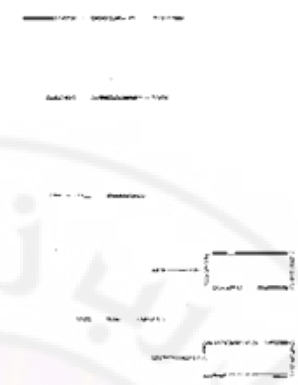
8-11-3- آلية التغذية في آلة التمشيط

يبين الشكل 8-59 نظام توجيه تتلقى فيه اسطوانات الملفات (1 و1`) الحركة من العمود الرئيسي (I) لاسطوانة التمشيط بواسطة المسننات (Z_{I-6}) والمسنن المتغير Z_{CM} الذي يستبدل معه المسنن Z_4 المتوضع على الساعد 2، يعطى عدد أسنان المسنن المتغير (Z_{CM}) بالعلاقة التالية:

$$Z_{CM} = \left(\frac{\pi . d . Z_1 . Z_3 . Z_5}{L_n . Z_2 . Z_6} \times \eta \right)$$

حيث (L_n) طول التغذية و (d) قطر اسطوانة الملف و (η) نسبة الانتفاع الإيجابي من زمن تشغيل الآلة.

تدور اسطوانة التغذية السفلية (1) في الشكل 8-60 بشكل حر داخل الفك السفلي وتتحدد حركتها من السقاطة (4) بواسطة مسنن السقاطة (4) تتمفصل السقاطة مع الذراع (6) ويضغط النابض (5) باستمرار عليها نتيجة الضغط مع المصدم (7) والنابض (8). يتم التحكم بالطول المغذي لكل دورة تمشيط عن طريق التحكم بعدد الاسنان الماخوذة من الية المسنن والسقاطة. تثبت الرافعة (10) في الجزء السفلي للذراع (6) حيث يتم بواسطتها التغذية اليدوية للطرف الامامي للملف إلى آلة التمشيط وذلك خلال حركة الفك للامام.



شكل 8-59: نظام توجيه

شكل 8-60: آلية المسنن والسقاطة

بتحرك جهاز القبض تتحرك اسطوانات التغذية (1) و (2)، وعند تحرك مسنن السقاطة (3) تتعشق السقاطة (4) مع احد الاسنان تدور بذلك اسطوانة التغذية (2) والتي تدور معها الاسطوانة (1)، مما يؤدي لتغذية الطرف الامامي من الملف لداخل آلة التمشيط. عند حركة مسنن السقاطة للخلف تنزلق السقاطة وتتعاشق مع سن جديد لتمهيد الدورة الثانية.

في آلية توصيل أخرى للحركة لاسطوانة التغذية باستخدام المسنن والسقاطة، يتم نقل الحركة إلى اسطوانة التغذية 1 (شكل 8-61) بواسطة السقاطة 3 ومسنن السقاطة 2 ومكبس الهواء 8 للضغط على اسطوانات الفصل والوصل العلوية الكاوتشوكية. يثبت على اسطوانة التغذية 1 مسنن السقاطة 2 من الجانبين وأمام كل مسنن يوجد سقاطة 3 مثبتة في هيكل الآلة 6، وعند حركة الفكوك للأمام تصطدم السقاطة 3 بمسنن السقاطة 2 فتديره عدد من الأسنان حسب خطوة المسنن، فتدور اسطوانة التغذية لتغذي خصلة من القطن. عند حركة الفكوك للخلف يتحرك مسنن السقاطة بعيدا عن السقاطة وتتم حركة تغذية الخصل في كل دورة تمشيط.

شكل 8-61: آلية توصيل الحركة المسنن والسقاطة

8-12- مخطط وحسابات نقل الحركة في آلة التمشيط

(Gearing Plan and Calculation of Combing Machine)

حساب السرع: يتم الحساب كما تم الشرح في المخططات السابقة، وسيتم تناول بعض الأمثلة للحساب:

1. *حساب سرعة اسطوانة الفرشاة:*

$$n = 2850 \times \frac{97}{243} \times \frac{16}{19} = 958 \text{ rpm}$$

2. حساب سرعة اسطوانة التمشيط:

$$n = 1430 \times \frac{160}{235} \times \frac{29}{143} = 197.447 \text{ rpm}$$

3. حساب سرعة اسطوانة الجر على الطاولة:

$$n = 1430 \times \frac{160 \times 29 \times 32 \times 5 \times 40}{235 \times 143 \times 32 \times 29 \times 48} = 28.37 \text{ rpm}$$

4. كمية التغذية لكل دورة لاسطوانة التمشيط:

$$p = 1 \times \frac{25 \times 31 \times 39 \times 30}{81 \times 94 \times 100 \times 74} \times \pi \times 70 = 3.54 \text{ mm}$$

5. حساب السحب الكلي:

$$p = 1 \times \frac{47 \times 32 \times 76 \times 56 \times 24 \times 62 \times 38 \times 66 \times \pi \times 35}{53 \times 32 \times 75 \times 72 \times 31 \times 38 \times 66 \times 19 \times \pi \times 35} = 1.77$$

شكل 8-62: مخطط حركي لآلة تمشيط

حساب الإنتاجية الفعلية لآلة التمشيط

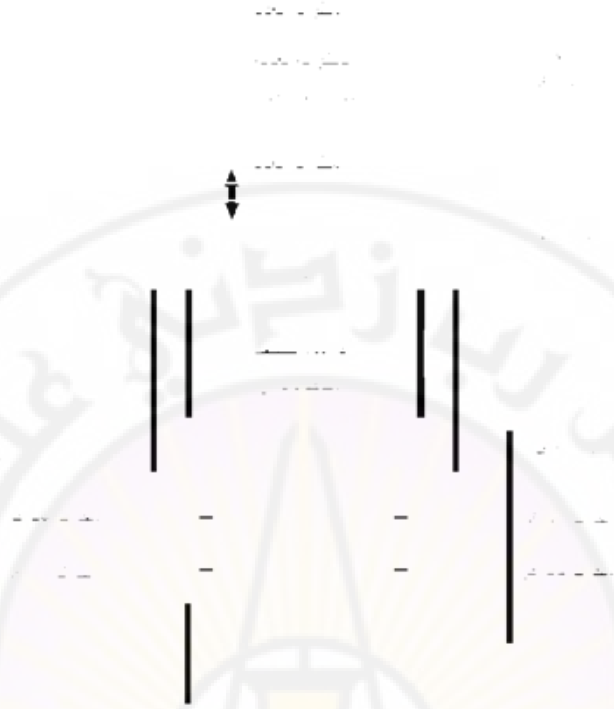
$$P = \frac{n_k \times 60 \times L_B \times T \times (100 - Y) \times m}{1000 \times 1000 \times 100} \times \eta \qquad [kg/h]$$

حيث أن (nk) عدد مشطات المشط الاسطواني بالدقيقة و (LB) طول التغذية للدورة الواحدة بالمم و (T) الكثافة الخطية للملف المراد تمشيطه (k.tex) و (m) عدد رؤوس التمشيط بالآلة و (y) نسبة العوادم و (η) مردود الآلة حيجب التمييز بين تفاوت عوادم التمشيط بين آلات التمشيط (حوالي 0.5% ±) وتفاوت عوادم التمشيط في الآلة الواحدة (حوالي 1.5%±). يبين الشكل 8-63 مخطط حركة آلة تمشيط (Rieter E 7/5) و الشكل 8-64 مخطط آلة أخرى:

شكل 8-63: آلية نقل الحركة في مخطط آلة التمشيط

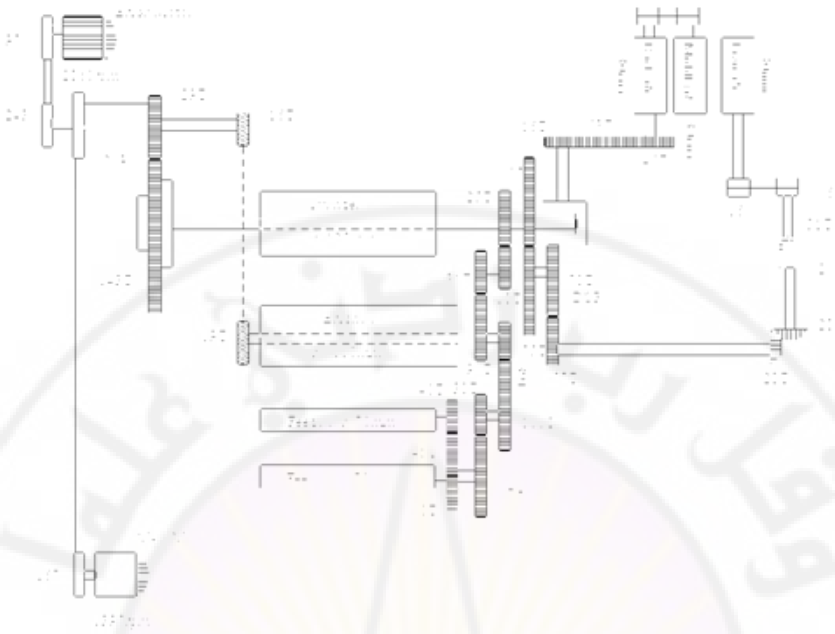
شكل 8-64: المخطط الحركي لآلة التمشيط الحديثة الإيطالية فوك

يبين الشكل 8-65 مخطط تكنولوجي لآلة تمشيط حديثة حيث يتم استخدام محركات وانفيترات خاصة بكل حركة كما هو موضح بالشكل.



شكل 8-65: آلة تمشيط حديثة

تطبيق: احسب سرعة الفرشاة وسرعة اسطوانة التمشيط وكمية المغذاة لكل دورة لاسطوانة التمشيط ونسبة السحب الكلي (شكل 8-66).



شكل 8-66

الحل: سرعة الفرشاة (961.38 دورة في الدقيقة) ، سرعة اسطوانة التمشيط (215.72 دورة في الدقيقة) كمية المغذاة لكل دورة لاسطوانة التمشيط (4.48 ملم)، نسبة السحب الكلي (10.89)

8-13- عيوب آلات التمشيط وأسبابها

يجب عدم تشغيل الآلة بعد الصيانة إلا بعد تنظيفها تماما ومراعاة الدقة التامة أثناء عملية التزييت والتشحيم بحيث لا تسقط زيوت على أماكن مسار القطن، فيما يلي أكثر العيوب الشائعة في آلات التمشيط وأسبابها:

1. **وجود ألياف طويلة في العوادم:**

- تأخر نزول الفك العلوي فتأخذ أسنان المشط السفلى جزءاً من الألياف الطويلة.
- عدم توازي الألياف في ملف التمشيط.
- فتح الفكوك قبل توقيتها وقبل مرور جميع صفوف الإبر.
- سطح الفك العلوي أو السفلي غير سليم.

- الضغط على الفكوك غير كاف.
- المشط العلوي ينزل مبكرا قبل الوصل لتترك بعض الألياف مع العوادم.

2. **وجود ألياف قصيرة في شريط التمشيط:**

- وجود تلف في أسنان المشط السفلي.
- وجود تلف في أسنان المشط العلوي.
- عدم ضبط توقيت المشط العلوي.
- تأخر نزول المشط العلوي لتمشيط نهاية الخصلة.

3. **شاشة التمشيط بها نبس والشاشة غير منتظمة:**

- تلف أبر المشط السفلي الدائري.
- المشط العلوي ينزل متأخرا ويوجد تلف بأسنانه أو المشط العلوي غير نظيف.
- عدم ضبط دورة الأندكس الخاصة بمشوار نزول المشط العلوي.
- الضغط غير متساوي على جانبي فكي الفكوك.
- طرفا الفك العلوي والسفلي للفكوك غير متساويين.
- تأخر وصل أطراف خصلة الألياف.

4. **الشاشة الناتجة من آلة التمشيط بها مناطق سميكة وأخرى ضعيفة:**

- المشط العلوي غير نظيف.
- يكون الملف المغذي غير منتظم السمك والكثافة قبل تغذيته لآلة التمشيط.
- تلف أبر المشط السفلي أو العلوي أو عدم استوائها.
- عدم ضبط المسافة بين المشط والفكوك.
- أسنان المشط السفلى مملوءة بالعوادم.
- تأخر نزول المشط العلوي.

5. **التفاف القطن على الاسطوانات:**

- درجة الرطوبة بالقطن أو بصالة التمشيط أعلى من الحدود النظامية.
- مسافات الضبط بين الاسطوانات غير مضبوطة.
- وجود زيوت أو شحوم على الاسطوانات.
- وجود خدوش بالاسطوانات السفلية أو الكاوتشوك.

8-14- تطورات آلات التمشيط الحديثة

(Improvement of Combing Machines)

تطورت مرحلة التمشيط لإنتاج شريط ممشط ذي جودة عالية وقدرة تنافسية تناسب مستوى الجودة المطلوب حتى باستخدام القطن متوسط وقصير التيلة. تتميز بعض آلات التمشيط الحديثة بعدد ضربات المشط العملية تتجاوز 500 ضربة/ دقيقة و بمردود إنتاجي يصل حتى 96%. جهزت آلات التمشيط الحديثة بأنظمة شفط مركزي للعوادم مع نظام نقل أوتوماتيكي أو مع نظام نقل نصف أتوماتيكي، زودت آلة التمشيط الحديثة بنظام أوتوماتيكي يعمل بالتوافق مع نظام النقل الأوتوماتيكي للملفات (شكل 8-67) وذلك لإجراء تبديل ووصل الملفات الجديدة على الرؤوس بشكل أوتوماتيكي كامل، مما يرفع من مردود الآلة بمقدار 2 % بالمقارنة مع الآلات ذات الوصل اليدوي للملفات بالإضافة إلى التغيير الأوتوماتيكي للبراميل حيث يساهم في تقليل عدد العمال واستمرار الإنتاج. تم في الآلات الحديثة استخدام النظام الهوائي لتنظيف جهاز السحب والتنظيف الميكانيكي لفراشي الأمشاط في كل توقف لآلة التمشيط بالإضافة إلى نظام مركزي للتزييت، إن الضبط التكنولوجي المثالي للأجزاء المتحركة واستخدام المشط الدائري والمشط العلوي ذاتي التنظيف يمكن إنتاج خيوط فائقة الجودة في آلات التمشيط الحديثة.



شكل 8-67: النقل الأوتوماتيكي للملفات

أمّا بالنسبة لجودة شريط التمشيط، فهذا النظام يخفض من معامل اختلاف عدم انتظامية الشريط الناتج بمنطقة الوصل الأوتوماتيكي حتى 4.11 % بالمقارنة مع الوصل اليدوي 6.42 %، بتخفيض المسافة بين اسطوانة التغذية واسطوانتي الفصل نحصل على نسبة عوادم تمشيط أقل 2- 3% بالمقارنة مع آلات تقليدية لنفس مستوى جودة الشريط الناتج مع تخفيض كلفة المادة الأولية (شكل 8-68).

شكل 8-68: المسافة بين اسطوانة التغذية واسطوانتي الفصل

يغذي كل جانب بـ 6 ملفات في آلات تمشيط Platt Saco Lawell ذات الوجهين وهي آلة ذات إنتاج عالي ويتم تجميع العوادم بواسطة جهاز شفط وتجميع في نهاية الآلة. وهناك آلات تمشيط حديثة ذات إنتاج عالي من Toyoda وتنتج اسطوانات كبيرة وتصل عدد دورات التمشيط يتجاوز 300 دورة في الدقيقة (شكل 8-69). يبين الشكل 8-70 تأثير استخدام آلة بمحركين على التواء اسطوانات الفصل في الآلات الحديثة. تزود الآلات الحديثة ببرامج حاسوبية خاصة لتحليل الحمل الديناميكي خلال العمل وتصمم الأجزاء تبعا لقيم الأحمال وتخفيف الاهتزازات والضجيج الناتج في الآلة. تم إنتاج فكوك من خلائط المغنزيوم والألمنيوم لتخفيف الاهتزازات والضجيج الناتج في الآلة بالإضافة لتصنيع اذرع من الألمنيوم خاصة بالية النزع، واستخدام اسطوانة تمشيط 6 انش بدل من 5 انش وعملت بعض الشركات على تقليل مسافة الملاقط والتحكم الدقيق بها مما يزيد من الإنتاجية.

شكل 8-69: آلات التمشيط الحديثة



شكل 8-70: تأثير استخدام آلة بمحركين على التواء اسطوانات الفصل

8-14-1- مواصفات فنية لآلة تمشيط حديثة

(Technical Specifications of Modern Combing Machine)

يبين الجدول 8-5 مواصفات آلة تمشيط حديثة و يبين الجدول 8-6 مخطط الصيانة المقترح لأعمال الصيانة الخاصة بآلة السحب والمدد الزمنية لكل منها.

جدول 8-5: مواصفات آلة تمشيط حديثة

No. of combing heads	8
Maximum mechanical speed	400 nips/min
Maximum attainable speed	550 nips/min
Delivery count	0.10 to 0.18 (Ne)
Lap dimension	26 / 30 x mm width
Weight – max.	80 g/m
Actual feed rate per nip	3.76 to 8.91 mm
Type of feeding	Counter feed – standard
Forward feed	Optional
Maximum lap diameter	600 mm
Noil percentage	8–25%
Doubling	2 × 1 fold
Main motor	1 to 1.86 kW
Brush motor	1.5 kW
Can size diameter	400–450–500 mm
Height	1050 mm (42 in.)

جدول 8-6: مخطط صيانة خاص بآلة السحب

Damascus University

يبين الجدول 8-7 أمثلة عن اسم الآلة واسم العنصر والعمر الافتراضي للعنصر حين يجب استبداله لبعض الآلات التجارية.

جدول 8-7: أمثلة عن آلات تمشيط واسم العنصر والعمر الافتراضي للعنصر

يتم تنظيف مجال السحب كل 4 ساعات وغطاء الآلة كل 8 ساعات والمنظفات العلوية كل ساعتين والفك العلوي كل 4 ساعات ومروحة العوادم كل ساعة. ويتم تنظيف اسطوانة التغذية كل 24 ساعة والمشط العلوي كل ساعة، ويبين الجدول 8-8 عمليات التنظيف الواجب إتباعها وأوقاتها المحددة.

جدول 8-8: عمليات التنظيف الواجب إتباعها لآلة التمشيط وأوقاتها المحددة

الفصل التاسع

9- آلات البرم

Roving Machines

9-1- مقدمة (Introduction)

مرحلة البرم هي مرحلة تحويلية هامة ما بين السحب والغزل النهائي تقوم بتحويل الشريط المسرح أو الممشط (2460-4900 تكس) إلى مبروم وبنسبة سحب تصل إلى 20 مرة وإعطاؤه برم أولي حتى 100 برمة/متر، ليتم لفه على ماسورة البرم وتجهيز بكرة الشريط المبروم. يزيد السحب والبرم من انتظامية الشريط ومقاومته لإجهاد الشد خلال الغزل النهائي وذلك من خلال سحب شريط الشعيرات وحسب النمرة المطلوبة في خطة الغزل، وتحسين انتظامية الشريط ودمج الشعيرات الخارجية بإعطائها برمات قليلة، ولف المبروم على بكر وبطريقة تحافظ على المبروم من التلف وتسهل عملية حله.

تتألف آلة البرم الحديثة من ثلاث مناطق رئيسية، وهي منطقة السحب و منطقة البرم ومنطقة اللف أو بناء البكرة، تعتبر كل منطقة من هذه المناطق بمثابة نظام قائم بحد ذاته. تصنف آلات البرم حسب سماكة الشريط المبروم إلى آلات برم لإنتاج مبروم سميك أو متوسط السماكة أو الرفيع.

9-2- أجزاء آلة البرم والية عملها

(Roving Machine Parts and Working Principles)

تحتوي آلة البرم على ميكانزمات الحركات الرئيسية المركبة على هيكل الآلة وتتكون من رأس الآلة وجسم الآلة والمحاور الناقلة للحركة ونظام السحب والمرادن والفوانيس التي قد تصل سرعتها حتى 1500 دورة بالدقيقة والعربة وآلية رفع وخفض العربة وآليات التحكم بالسرعة وأدلة الأشرطة وأجزاء أخرى متممة كحساسات امتلاء البكرة أو انقطاع الشريط المسحوب وغيرها، يبين الشكل 9-1 البنية الأساسية لآلة البرم.

يكون لآلة البرم الحديثة المبرمجة نفس بنية آلة البرم التقليدية ولكن يضاف إليها وحدة التحكم وأجزاء في وحدة النقل ومجموعة قيادة جهاز السحب من المحرك وعناصر نقل الحركة، بالإضافة إلى نظام الشفط وكذلك نظام النفخ واليات التبديل الاتوماتيكية. تحتوي

وحدة التحكم على لوحة التحكم ولمبات الإشارة وعناصر ومفاتيح التشغيل التي تتحكم بعمل الآلة، يتوضع صندوق نظام الشفط، الذي يحوي المروحة الرئيسية ومروحة الدفع وشاشة الفلتر، في الجزء السفلي من الهيكل الابتدائي ويعمل على شفط بقية الألياف المتجمعة في الآلة، يقوم نظام النفخ بنفخ بقية الألياف العالقة على طاولة الفانوس وإرسالها لنظام الشفط.

شكل 9-1: آلة البرم

تحتوي منطقة التغذية في الآلة على براميل الأشرطة التي يوجد فيها الشريط المغذي والذي يتم إدخاله بين السلندرات للحصول على الشريط المبروم، يركب على الحوامل الرأسية لنصبة التغذية أعمدة أفقية موازية لاسطوانة الرفع ويثبت عليها أدلة ثابتة للشريط وذلك لتنظيم حركة الأشرطة بعد رفعها من البراميل التي تكون موضوعة في صفوف أسفل اسطوانات الرفع، وتمر الأشرطة من خلال الأدلة حتى لا تتشابك ويصل كل شريط إلى جهاز السحب الخاص به في الآلة عن طريق الأدلة المتحركة حركة ترددية بطيئة (شكل 9-2)، حيث يأخذ الجهاز حركته من السلندر الخلفي لجهاز السحب.

شكل 9-2: جهاز تحريك دليل الشريط

تم تزويد نصبة التغذية للآلة باسطوانة تغذية الأشرطة بقيادة إيجابية في آلات البرم الحديثة تساعد على جرّ الأشرطة باتجاه مركز السحب دون حدوث سحوبات خفية.

تتوضع في **منطقة السحب** (شكل 9-3) مجموعة قيادة نظام السحب في الجزء العلوي من الهيكل، يقوم محرك قيادة بتحريك نظام السحب المكون من الاسطوانة السفلية الأمامية والاسطوانة السفلية الوسطى والاسطوانة السفلية الخلفية عن طريق التعاشق بين السيور المسننة والبكرات (شكل 9-4)، تكون الاسطوانات متمفصلة مع سطوح ارتكاز ولكل منها وسيلة تزييت.

يستخدم في الآلات الحديثة أجهزة سحب متطورة ذات ثلاثة أزواج من الاسطوانات عالية السحب والمزودة بسير للسحب، يستخدم جهاز السحب ذو الأربعة أزواج من الاسطوانات للسحب العالي (شكل 9-5) حيث يؤمن حقلاً محايداً قليل السحب بحيث السحب الكلي يساوي ضرب نسب سحب مراحل السحب. تحمل الذراع الضاغطة العليا بقوى عن طريق نظام ضغط بنيوماتيكي لتامين الضغط العامل (شكل 9-6) وتعمل المنظفات على إزالة الألياف عن اسطوانات السحب العلوية (شكل 9-7). يوجد في آلات البرم الحديثة نظام هوائي مركزي لتأمين ضغط ثابت لأذرع ضواغط مراكز السحب وبالتالي توحيد المواصفات الفنية للمبروم لكافة البكر المنتج على الآلة.



شكل 9-3: مسار المبروم في آلة البرم

شكل 9-4: الاسطوانة السفلية

شكل 9-5: أجهزة السحب الحديثة

يبين الشكل 9-8 آلية نقل الحركة في جهاز السحب في الآلات الحديثة والتقليدية، في الآلات الحديثة يحتوي محرك نظام السحب على حساسات تقوم بمراقبة سرعة المحرك وبالاعتماد على سرعة المحرك تولد إشارات كهربائية لمحول للتردد موجود ضمن مجموعة قيادة نظام السحب وبالتالي يحدد معدل التغذية عن طريق حساس التغذية لتحقيق نسبة السحب المحققة للنمرة المطلوبة، تدمج المروحة الدافعة لنظام قيادة السحب مع محرك قيادة نظام السحب. يحدد عدد أسنان مسننات التغيير في الآلات التقليدية

نسبة السرعة بين الاسطوانة السفلية الخلفية والاسطوانة السفلية الأمامية ليتحدد مقدار السحب الكلي حيث يوجد محرك رئيسي واحد للآلة وتتوزع الحركة عن طريق مجموعة من عناصر نقل الحركة للحصول على السرع المطلوبة. تزود الآلات الحديث بجداول معايرة تسهل على المستخدم تعيير جهاز السحب كالمثال المعطى في الشكل 9-9، حيث تحدد المسافات بين اسطوانات السحب في مجالات السحب حسب الطول الوسطي للشعيرات مضافا له طول محدد وتحدد المسافة f حسب لون حافظ المسافة حسب شكل 9-10.

شكل 9-6: ذراع الضغط

شكل 9-7:المنظفات

(2) (1)

شكل 9-8: مخطط الحركة في أجهزة السحب (1- الحديثة، 2-التقليدية)

شكل 9-9: تعيير جهاز السحب حسب توصيات الشركة الصانعة

شكل 9-10

يبين الشكل 9-11 موقع منطقة البرم و مسار الشريط المسحوب من البراميل باتجاه اسطوانات التوجيه وأعمدة دليل الشريط ومن ثم إلى جهاز السحب، ومنه إلى الفانوس

ليتم لفه على البكرة. تحتوي منطقة البرم على المنصات المتوسطة و نظام السحب و طاولة الفانوس والفانوس ورأس الفانوس و أغطية منطقة الفانوس و عربة البكر.

يقود كل محرك في الآلات الحديثة 24 فانوس بواسطة سيور مسننة حيث يقوم الفانوس بعملية البرم وذلك لأنه دليل يمر عبره الشريط المبروم ليلتف حول البكرة وتكون سرعة البكرة أكبر من سرعة الفانوس.



شكل 9-11:أجزاء آلة البرم

يلعب التصميم دوراً بتحديد سرعة الفانوس وبفرض سرعة الفانوس (n_f) وسرعة تغذية الألياف من الاسطوانة الأمامية (V_d) يكون مقدار البرم:

$$T = \frac{n_f}{V_d}$$

وتكون سرعة لف المبروم :

$$V_w = \pi Dr(n_f - n_b)$$

حيث أن (n_b) سرعة البوبين و (D_r) قطر المبروم على البوبين وهو متغير مع بناء البكرة حيث تتغير (n_b) حتى تتساوى V_d و V_w.

يتألف الفانوس (شكل 9-12) من ذراع الضغط مع أنبوب داخلي وذراع التوازن وإصبع الضغط (الضاغط) و حامل الفانوس. للفانوس جناحان واحد مصمت وأخر عامل مفرغ يركب عليه الضاغط وفي نهايته السفلى يوجد فتحة لمرور الشريط. للجناح العامل

أهمية لحماية الشريط المبروم من الهواء والقوى النابذة الناتجة عن الدوران وتخفيض قوى الشد والاحتكاك على الشريط المبروم حيث يجب أن تكون الأسطح ناعمة.

يصنع الفانوس من الفونت أو الألمنيوم ويضاف له التيتانيوم لإكسابه المتانة ويجب أن يكون ذا متانة عالية ويتعرض لاختبار توازن استاتيكي وديناميكي وتحقيق انحراف قليل عن محور الدوران لا يتجاوز 4 ملم وثباته أثناء الدوران وعدم اهتزازه ويحقق اقل مصروف من الطاقة مع سهولة الصيانة والتركيب، ويوجد على قمة الفانوس قطعة من البلاستيك أو الكاوتشوك تعمل على تقوية المبروم في المسافة بين السلندر الأمامي وقمة الفانوس وتقوم بدفع البرمات إلى نقطة القبض على الشعيرات. يعطي الفانوس المبروم برمات إضافية عن طريق وسائل الاحتكاك ويمكن أن يكون سطح الاحتكاك جانبياً.

يلعب الضاغط في الفانوس دور الموجه أو القائد للشريط وينظم عملية الشد واللف للشريط المبروم على البكرة ويتكون من جسم ذي نهاية مسطحة فيها فتحة (شكل 9-13)، وفي بعض التصاميم قد يثبت الضاغط على الجناح العامل للفانوس بواسطة جلبتين. تنشا قوى تؤثر على الجناح العامل للفانوس والضاغط وهي قوى الطرد المركزي الناتجة عن دوران الكتلة العاملة والثقل المعاكس والجلب الضاغطة وقوى ردود الفعل الناتجة عن الجلب وقوى الضغط على بكرة الأشرطة المبرومة أثناء عملية لف الأشرطة المبرومة عليها. تتراوح القوة الضاغطة بين (1.6-3.4) نيوتن وتعطى العلاقة كالتالي:

$$P = \frac{\omega^2}{R}(m_2 r_2 b - m_1 r_1 a)$$

حيث أن (ω) السرعة الزاوية للفانوس و (m_2) كتلة الثقل المعاكس للجلب والضاغط و (m_1) كتلة الجزء المقوس من الضاغط و (r_2) المسافة بين مركز الثقل المعاكس ومركز دوران الفانوس و (r_1) المسافة بين مركز الثقل المعقوف ومركز دوران الفانوس و (a) ذراع القوة الطرد المركزية لدوران الكتلة و (b) ذراع قوة الطرد المركزي الناتجة عن دوران الثقل المعاكس والجلب الضاغطة.

شكل 9-12: الفانوس



شكل 9-13: إدخال الشريط للفانوس ولفه على الضاغط (A لفتين – B ثلاث لفات)

9-3- أنظمة قيادة الفانوس (Flyer System)

يعمل الفانوس بأنظمة قيادته المختلفة على برم شريط السحب وتحويله لشريط مبروم، أكثرها القيادة العلوية كما بالشكل 9-14 وهناك عدة تصاميم للفوانيس الحديثة. تركب الفوانيس عادة على المرادن وهي تدور بسرعة ثابتة دائما وتأخذ حركتها من المحرك الرئيسي عن طريق عمود إدارة أفقي يمتد بطول الآلة بحيث يعطي الحركة للفوانيس عن طريق مسننات حلزونية. صنع تصميم خاص للفوانيس عالية السرعة موديل Sys

Jumbo Flyer في شركة أليتاس الإسبانية من أجل نظام ROVEMATIC المثبت من الأسفل والأعلى والتي تستعمل بنجاح على آلات البرم موديل BCG26 لشركة SANGIORGIO والداخلة في مجموعة SAVIO الإيطالية.



شكل 9-14: أنظمة قيادة الفوانيس

تكون علبة الحركة أسفل المرادن والفوانيس في الآلات التقليدية (شكل 9-15) وهي عبارة عن علبة بطول الآلة بها ثلاثة أعمدة أفقية عليها مسننات حلزونية يقوم العمود العلوي بنقل الحركة إلى الفوانيس ويقوم العمود الأوسط بنقل الحركة إلى البكرة والعمود السفلي الذي يقوم بنقل الحركة إلى المسنن الحلزوني الذي يقوم مقام عربة البكر التي تحرك البكر إلى أعلى وإلى أسفل لرص المبروم.



شكل 9-15: تحريك الفانوس والمردن

يتم ترتيب الفوانيس بالآلة في صفين صف أمامي وصف خلفي بحيث يكون كل فانوس في الصف الخلفي يقع بين فانوسين من الصف الأمامي، وذلك لسهولة الوصول إلى الفانوس الخلفي والبكرة وكذلك لعدم اصطدام الفوانيس ببعضها البعض نتيجة الطرد المركزي للضواغط وأجنحة الفوانيس عند الدوران بسرعات عالية، وتزود عربة الفوانيس بغطاء من البلاستيك الشفاف للحماية. إن عدم محاذاة الفوانيس يؤدي إلى اهتزازات وحدوث أماكن غير منتظمة على الخيوط الناتجة كما في الحالة 2 من الشكل 9-16. يبين الشكل 9-17 آلية تحريك الفانوس باستخدام ميكانزم يستمد الحركة من محرك كهربائي في الآلات الحديثة. تراقب سرعة الفانوس بمسجل سرعة محرك قيادة الفانوس وذلك لتسجيل سرعة الفانوس بالاعتماد على سرعة دوران المحرك، حيث يولد نبضات تقاس بواسطة محول التردد مما يساعد على التحكم بسرعة الفانوس.

شكل 9-16: محاذاة الفوانيس شكل 9-17: تحريك الفانوس في الآلات الحديثة

سنبين طريقة نقل الحركة في المخطط الحركي لآلة البرم المبينة في الشكل 9-18، حيث تأخذ أجزاء آلة البرم حركتها من محرك رئيسي يعطي الحركة عن طريق طارات وسيور و مسننات إلى عمود الإدارة الرئيسي، ثم إلى جهاز الدفرنشال حيث تكون السرعة الثابتة، وكذلك يعطي الحركة إلى مسنن يدير عمود إدارة الفوانيس وبذلك تكون حركة الفانوس سرعة ثابتة من عمود الإدارة الرئيسي. وفي نهاية عمود الإدارة الرئيسي يوجد مسنن البرم وهو متغير حسب عدد البرمات المطلوبة ويعطي مسنن البرم الحركة إلى مسنن وسيط متعشق مع مسنن ثابت البرم – الطارات القائدة لجهاز الـ.P.I.V ويعطي الحركة إلى مسنن جنزير قائد ينقل الحركة بواسطة جنزير إلى مسنن منقاد على عمود مركب عليه مسنن متعشق مع مسنن آخر يقوم بإدارة السلندر الأمامي وعلى نهاية العمود يوجد مسنن السحب الكلي الذي يعطي الحركة إلى مسنن وسيط متعشق مع مسنن ثابت السحب الذي يعطي الحركة عبر عدة مسننات إلى السلندر الأوسط. يعطي مسنن قائد على نفس العمود الحركة عبر عدة مسننات إلى سلندر السحب الخلفي ويعطي المسنن القائد الحركة أيضا إلى مسنن مقاد يدير مسنن قائد جنزير ينقل الحركة بواسطة جنزير إلى اسطوانتي الرفع الأولى والثانية. كما يوجد محرك صغير بآلة البرم يسمى محرك التقليع يقوم بإدارة الآلة فقط أثناء تغيير الدور وذلك لإعطاء الحركة إلى مسننات إحكام اللف التي تعطي الحركة إلى جهاز الدفرنشال الذي يعطي الحركة إلى المسنن الحلزوني للصعود أو الهبوط أثناء توقف المحرك الرئيسي ويعمل هذا المحرك من مفتاح خاص داخل الآلة.

شكل 9-18: مخطط حركي لآلة برم

مهمة **المردن (المغزل)** الدوران ولف الشريط المبروم على البكرة. يركب الفانوس على المردن ويجب أن تكون حركته دقيقة ومتينة بدون انزلاق. كمثال عن التطور في آلات البرم يبين الشكل 9-19 مقارنة بين مخططات الحركة لتحريك البكرة في الآلات التقليدية والحديثة. تحمل العربة البكر (المواسير) وتتحرك بها إلى أعلى وإلى أسفل بحركة انسحابية. يوجد في آلات البرم التقليدية البكر مسننات إدارة البكرة وعمود إدارة البكر بداخل عربة وكانت تحمل وزن البكر والمبروم وجسم العربة والأغطية وكان هذا الثقل يلزمه نظام للتوازن الذي يعتمد على أثقال أو نوابض تعمل على المساعدة في رفع عربة البكر لأعلى مما يسبب الكثير من الضوضاء و يستهلك جزءاً كبيراً من الطاقة كما في الشكل 9-20. الأساس النظري لجهاز بناء البكرة هو عكس حركة البكرة صعودا وهبوطا لإحكام لف المبروم على البكرة مع تقليل مشوار البكرة تدريجيا بعد لف كل طبقة لبناء

الشكل المخروطي للبكرة، وتقليل السرعة المتغيرة تدريجيا لتقليل لفات البكرة تدريجيا كلما زاد قطرها. يجب أن يكون التناسب بين السرعة الدورانية المتغيرة للبكرة والسرعة الخطية للعربة دقيقا وبالتالي تتناقص سرعة العربة لتصبح صغرى في نهاية الدور حيث يؤدي تقليل مطال العربة لتشكل المخروطين في البكرة.

شكل 9-19: مخطط الحركة لتحريك البكرة (آلات البرم التقليدية)

شكل 9-20: آلية تحريك العربة (جنازير)

يتم تحريك العربة في الشكل 9-21 باستخدام الجريدة المسننة إلى الأعلى والأسفل وبواسطة مجموعة مسننات إيصال الحركة للأجزاء العاملة من عمود العربة. يأخذ المسنن المخروطي الحركة من المخروط السفلي ليعطيها لمسنن مخروطي خاص بحركة الرفع وآخر خاص بحركة خفض العربة عن طريق عكس اتجاه حركة الجريدة المسننة التي تأخذ حركتها منهم، وكما يبين كيفية استخدام العتلة لعكس اتجاه الحركة عربة البكرة، يبين الشكل 9-22 كيفية استبدال الميكانزمات الميكانيكية بقوابض لعكس الحركة.

في الشكل 9-23 يكون احد أطراف العربة مثبتاً على أدلة حاملة والطرف الآخر عبارة عن جريدة مسننة تقاد بواسطة مسنن البكر المرتكز على عمود حامل البكر. يوجد مرمز تزايدي لتخفيض السرعة الانسحابية الخطية الانعكاسية للبكرة حيث يقوم المرمز بقياس السرعة الدورانية المعطاة للعربة ويرسل إشارة للمبدلة الترددية ونظام التحكم وتقارن إشارة الدخل الناتجة بالقيم المعيارية المخزنة مسبقا وفق برنامج التشغيل المطبق وبالتالي ترسل إشارة كهربائية إلى المبدلة لتخفيض تردد التيار المغذي لمحرك العربة ومن ثم تخفيض سرعة حامل العربة لتتناسب مع تخفيض سرعة البكرة أثناء لف شريط المبروم على البكرة وهنا تلعب الحساسات دوراً كبيراً في التحكم بالحركة. تتحرك البكرة بواسطة مسنن حلزوني يعمل على رفعها لأعلى وخفضها لأسفل لرص المبروم وكذلك لتقليل الارتفاع والانخفاض في كل مشوار لبناء الشكل المخروطي للبكرة .وكذلك تأخذ البكرة سرعة متغيرة تكون كبيرة في أول الدور وتقل تدريجيا كلما زاد قطر البكرة بحيث تكون السرعة السطحية للبكرة دائما ثابتة وتساوي السرعة السطحية للسلندر الأمامي ليمكن لف المبروم على البكرة بانتظام، كل إشارة من الحساس تدير مسنن الجريدة نصف سن واحد.

شكل 9-21: حركة العربة بالآلات التقليدية (جريدة مسننة أو عتلة)

يبين الشكل 9-24 كيف يتم التأثير على الصمام ليتحرك المكبس الأول لإعطاء الحركة من المسنن المخروطي والمكبس الثاني للتأثير على المسنن والسقاطة ومع التأثير المتبادل يتم عكس اتجاه الحركة و بناء أطراف البكرة مع تامين انخفاض مستمر في شوط العربة.

شكل 9-22:استخدام القوابض

شكل 9-23:استخدام الحساسات



شكل 9-24: نظام بناء أطراف البكرة

فيما يتعلق بحركة العربة، وبفرض عدد لفات المبروم في 1 سم من طول البكرة بـ N، يمكن كتابة العلاقة:

$$N = \frac{n}{V} = \frac{n_B - n_F}{V}$$

حيث أن (n) سرعة اللف الدورانية للشريط المبروم (rpm) و (n_B) السرعة الدورانية للبكرة (rpm) و (n_F) السرعة الدورانية للفانوس(rpm) و (V) السرعة الخطية للعربة (cm/min)، و تعطى سرعة العربة بالعلاقة :

$$V=Z.T.n_I$$

حيث أن (Z) عدد أسنان مسنن تحريك الجريدة المسننة و (T) خطوة الجريدة المسننة و (n_I) السرعة الدورانية للعمود المغذي للحركة و تعطى في كتلوك الآلة نسب إعطاء السرعة سواء لعلبة المسننات التفاضلية أو المسننات الناقلة للحركة من المخروط السفلي وحتى العربة.

9-4- المحركات الكهربائية في آلات البرم الحديثة (Electric Motors in Modern Roving Machine)

تستخدم المحركات الكهربائية في الآلات الحديثة لسهولة استثمارها ومردودها العالي وسهولة صيانتها مقارنة مع طرق نقل الحركة التقليدية وهنا يجب معرفة العزم والطاقة المطلوبة اعتمادا على الدراسة التصميمية وذلك لاختيار المحرك ونوعه. يوصل المحرك مع المبدلة الترددية المزودة بدارات الكترونية كوسيط بين المحرك الكهربائي وبين الشبكة للتحكم بالجهد والتردد الخارجين من المبدلة للحصول على السرعة المطلوبة وتنظيمها ضمن مجال التغير المراد وللتخلص من التغير القسري للسرعة نتيجة تغير سرعة العمود الرئيسي للآلة أو اضطراب جهد الشبكة الكهربائية وبالنتيجة تحسين مردود المحرك. توفر المحركات إمكانية ضبط زمن الإقلاع والتوقف بسهولة والاستغناء عن وسائل نقل الحركة كالمسننات وعلب السرعة وغيرها وإمكانية مراقبة العوامل المؤثرة على العملية الإنتاجية بشكل دائم مثل السرعة والتردد والجهد وشدة التيار.

في آلة البرم، يجب أن تتناقص سرعة العربة لتتناسب مع تخفيض سرعة البكرة أثناء لف الشريط على البكرة المتزايدة القطر، وهنا يأتي دور المرمز التزايدي الذي تقارن

إشارته مع القيمة المعيارية في نظام التحكم المركزي حسب قيم نظام التشغيل المحملة وبالتالي ترسل إشارة للمبدل لتخفيض تردد التيار المغذي للمحرك والحصول على السرعة المطلوبة لمحرك العربة. يوجد مرمز مركب على المسنن المحرك للعربة حيث يسجل ارتفاع العربة بكل لحظة ويعطي إشارة لنظام التحكم ليتم مقارنتها ومعالجتها وفق قيم برنامج التشغيل المطلوبة حيث يقوم نظام التحكم بإعطاء إشارة للمبدلة الترددية لعكس اتجاه العربة عن طريق عكس أقطاب المحرك عند بلوغ الارتفاع المحدد للعربة.

يلحق مرمز بمحرك تحريك البكر في الآلات الحديثة يقوم بتسجيل الحركة الدورانية اللحظية للبكرة ويرسلها للمبدلة الترددية والى نظام التحكم لتتم معالجتها بوحدة المعالجة، بمقارنة القيمة مع القيمة العيارية المسجلة بذاكرة نظام التحكم المؤقتة والذي يرسل إشارة للمبدلة لتغيير تردد التيار المغذي للمحرك وتغيير السرعة الدورانية للبكرة من اجل الحفاظ على قيمة سرعة خطية ثابتة للف. يمكن حساب مردود المحرك من العلاقة بين الاستطاعة الكهربائية والاستطاعة الميكانيكية بعد معرفة القدرة الحركية بالعلاقة:

$$E_K = \frac{1}{2} (M.V^2 + I\omega^2)$$

$$P_M = E_K / t$$

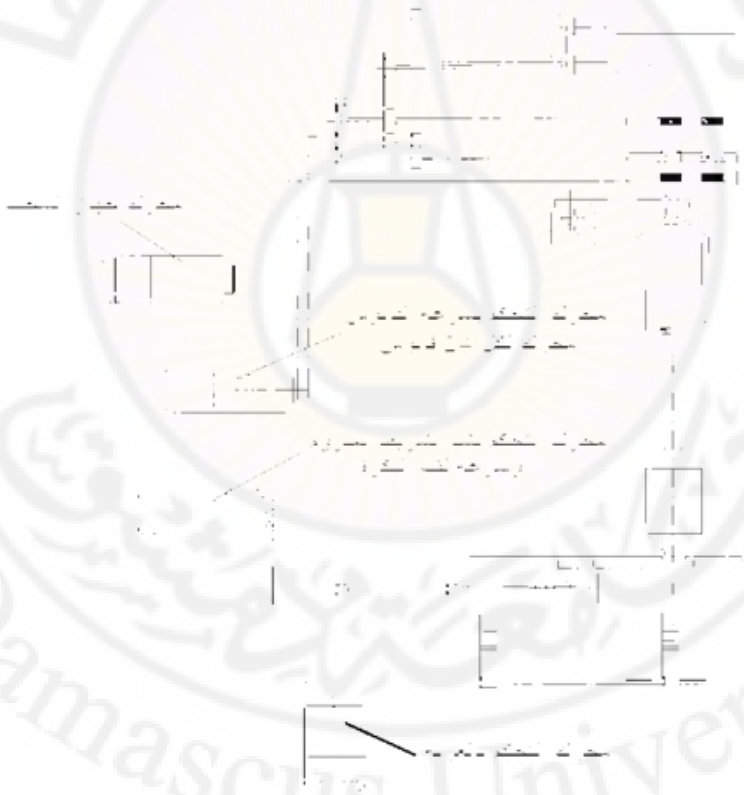
$$\eta = P_M / P_e$$

حيث أن (E_K) القدرة الحركية بالجول و (M) كتلة الجزء المتحرك بالكغ و (V) السرعة الخطية للجزء المتحرك m/s و (I) عزم العطالة للجسم المتحرك $kg.m^2$ و (ω) السرعة الزاوية للجسم المتحرك rad/sec و (t) الزمن بالثانية و (η) المردود و (P_M) الاستطاعة الميكانيكية وات و (P_e) الاستطاعة الكهربائية وات.

اسطوانات السحب والفوانيس والبكرات والعربة في الآلات الحديثة تقاد بمحركات كهربائية مستقلة (محرك جهاز السحب – محرك العربة – محرك الفوانيس – محرك البكرات) وحساسات مربوطة مع نظام تحكم مركزي بالاضافة لمحركات مراوح الشفط والدفع وبالتالي تم الاستغناء عن اغلب الاجزاء التقليدية كالمخاريط وتم تقليل الحاجة للصيانة وتخفيض بالطاقة اللازمة للانتاج.

زودت الالات الحديثة باربع محركات مستقلة كما في الشكل 9-25، الا نظام آلات (FL100 –Toyota) زودت بثلاثة محركات سيرفو واحد لنظام السحب والفوانيس وواحد للبكرة وواحد للعربة .

يبين كل من الشكل 9-26 و الشكل 9-27 مخطط نقل الحركة كاملا في آلة البرم التقليدية وآلة البرم الحديثة حيث نلاحظ كيف تلعب المحركات كهربائية والمبدلات الترددية والحساسات الكترونية دور كثير من الاجزاء الميكانيكية في الالات التقليدية كالجهاز التفاضلي والمخاريط. تم الاستغناء عن الجهاز التفاضلي والمخاريط بنظام قيادة الكتروني يتحكم بتغيير السرعة لأغلب أجزاء آلة البرم حيث تلعب المحركات الكهربائية والانفرترات (المبدلات الترددية) دوراً هاماً ورئيسياً في قيادة والتحكم في الات الغزل.



شكل 9-25: محركات كهربائية مستقلة لآلات البرم الحديثة

شكل 9-26: مخطط حركي لآلة برم

شكل 9-27: مخطط حركي لآلة برم حديثة

وحدة المعالجة: يتم التحكم بالمواصفات التكنولوجية للشريط المبروم باستخدام وحدة المعالجة في الآلة والحساسات المرفقة التي تعطي معلومات عن سير العملية الإنتاجية لنظام التحكم المركزي في الآلة وفي خطوط الإنتاج الحديثة هناك غرفة تحكم مركزي بالخط الإنتاجي بالكامل كما في الشكل 9-28. هناك استقلالية بعمل المحركات ولكن يوجد ترابط بينها حيث هناك تواقت زمني دقيق عن طريق نظام التحكم والقيادة الالكتروني الذي يجعل العمل دقيق ومنظم فيما بينها مع تنظيم وضبط الشد. تعتمد آلة البرم المبرمجة بشكل أساسي على الدارات التحكمية وتعطي لوحة تحكم معلومات وافية عن عملية الإنتاج مثل: حالة آلة البرم (حالة عمل - حالة توقف) و رقم رمز الوردية، معدل التغذية و سرعة الفانوس، الطول الكلي المطلوب من الآلة إنتاجه والطول المتبقي حتى انتهاء الوجبة، زمن بدء الوجبة الثانية ونسبة مئوية مقدار العمل الذي أنجزته الآلة، نمرة الشريط المبروم وعدد البرمات في المتر الطولي، وضعية العمل لمحركات الآلة الأربعة (محرك لقيادة الفانوس، ومحرك لقيادة المواسير، ومحرك لقيادة نظام السحب، ومحرك لقيادة العربة)، معلومات خاصة بالخطة الإنتاجية كقيم الإزاحة وزاوية ميلان المخاريط مع تحديد الزاوية العلوية والسفلية للبكرة ومعلومات خاصة بجهاز السحب وجدول الصيانة.

شكل 9-28: نظام المراقبة والتحكم المركزي

من المزايا التقنية لآلة البرم المبرمجة ميزة أضواء الإشارة، وهي أضواء موصولة بدارة تحكمية تبين حالة الآلة وفقا لكل ضوء مثلا وتوفر الوقت والجهد، يبين الجدول 9-1 مثال عنها.

جدول 9-1: أمثلة عن أضواء الإشارة

الضوء	نوع الإضاءة	الحالة
أحمر	إضاءة مستمرة	آلة البرم واقفة عن العمل
	إضاءة وميضية	آلة البرم في حالة التبديل (Doffing).
أبيض	إضاءة مستمرة	قبل موعد انتهاء الوجبة بخمس دقائق
	إضاءة وميضية	اكتشاف نهايات متكسرة للمبروم
أصفر	إضاءة مستمرة	إنذار عن انقطاع الشريط
	إضاءة وميضية	تنبيه عن خطأ في الآلة
أزرق	بإضاءة مستمرة	خلل في التغذية.
	إضاءة وميضية	خطأ في التوريد.
أزرق مع أصفر	الأصفر يومض والأزرق مستمر	انقطاع الشريط قبل الدخول بين السلندرات.
	الأزرق يومض الأصفر مستمر	انقطاع الشريط بعد عملية البرم.
الأزرق والأبيض	مستمر	عملية التبديل والتبييت.

9-5- حسابات الحركة النسبية بين البكرة والفانوس

(Relative Motion Calculation of Flyer and Bobbin)

يجب المحافظة على السرعة (الخطية) المحيطية للبكرة ثابتة أثناء اللف وذلك بتقليل السرعة الزاوية للبكرة نتيجة لزيادة قطر البكرة أثناء اللف. يتم ذلك عن طريق المسننات التفاضلية في الآلات التقليدية وهنا تجدر الإشارة إلى أن حساس قياس الشد في الآلات الحديثة يقوم بالتحكم في السرعة. بشكل عام السرعة الدورانية البكرة اكبر من سرعة

الفانوس وزيادة قطر البكرة أثناء اللف يتعلق بنمرة الشريط المبروم وسرعته الخطية والسرعة الدورانية للفانوس والبكرة.

في آلة البرم نجد أن النقطة الثابتة هي نقطة التماس بين سلندرات السحب الأمامية، والنقطة الدائرة هي الفانوس الذي يعمل على وضع البرمات على المبروم وتكون نقطة التماس هي نقطة تكوين المبروم. تكون سرعة دوران الفانوس ثابتة وكذلك السرعة السطحية للسلندر الأمامي. في الشكل 9-29، تساوي سرعة الشريط السرعة الخطية القادم بها من اسطوانات السحب الأمامية بحيث السرعة الزاوية للفانوس ω_f والسرعة الزاوية للبكرة ω_b. تعطى سرعة اللف على البكرة (V_b) بالعلاقة:

السرعة النسبية $V_b = V_1 = (\omega_b - \omega_f)\, r_b$

حيث أن r_b هو نصف قطر البكرة $(D_b/2)$ وبالتالي:

$$(V_b / r_{bi}) + \omega_f = \omega_b$$

تزداد r_{bi} باستمرار وبالتالي تنخفض النسبة (V_b / r_{bi}) حتى تقترب من نهايتها الصغرى.

إن عدد لفات الفانوس ثابتة دائما ولزيادة أو تخفيض عدد البرمات في وحدة الطول يجب تقليل سرعة التغذية للسلندر الأمامي أو زيادتها ولذلك يتأثر الإنتاج بزيادة عدد البرمات حيث إنه لزيادة عدد البرمات يجب تقليل السرعة السطحية للسلندر المنتج، وتنخفض الإنتاجية كلما زادت عدد البرمات في وحدة الطول والعكس.

إن طول المبروم الملفوف خلال دقيقة يساوي :

$$L = v_1 \cdot e_1$$

حيث أن v_1 هي السرعة الخطية للسلندر الأدقيقة: جهاز السحب و e_1 هي نسبة السحب بين السلندر الأمامي والبكرة (1.01-1.03) ويكون الطول الملفوف للمبروم خلال دقيقة:

$$\pi \cdot d_n \cdot n_n = v_1 \cdot e_1$$

حيث أن (d_n)هي قطر اللف و (n_n) عدد دورات اللف ويكون عدد دورات اللف في الدقيقة متناسباً عكسياً مع قطر اللف .

$$n_{\prime\prime} = \frac{v_1 \cdot e_1}{\pi \cdot d_{\prime\prime}}$$

شكل 9-29: حركة للفانوس والبكرة

يجب أن تبقى سرعة دوران البكرة ثابتة عند ثبات قطر اللف $d_{\prime\prime}$ أي أنه عند لف كل طبقة و أن تتناقص سرعة دوران البكرة عند الانتقال إلى لف كل طبقة جديدة (بزيادة قطر اللف $d_{\prime\prime}$) ويكون الناتج:

$$n_F = n_s + \frac{v_1 \cdot e}{\pi \cdot d_{\prime\prime}}$$

حيث إن سرعة دوران المردن n_s وسرعة السلندر الأمامي v_1 ونسبة السحب e ثابتة. إذا كانت سرعة الفانوس هي الأعلى فتسمى هذه الطريقة قيادة الفانوس أي أن الفانوس هو الأسرع بينما تظل سرعته ثابتة وسرعة البكرة متغيرة (في بعض الآلات التقليدية) و إذا كانت سرعة البكرة هي الأعلى تسمى هذه الطريقة قيادة البكرة.

يبين الشكل 9-30 مخطط التحكم بسرعة اللف والسحب و طريق المبروم بين اسطوانة السحب وسطح الفانوس ويبين العلاقة بين زمن توقف السحب وزمن توقف اللف لضمان تخفيف الشد. العلاقة الحاصلة تتدخل في المعادلات الأساسية للف.



شكل 9-30: شد المبروم

9-6- بناء بكرة المبروم في آلة البرم

(Bobbin Building in Roving Machine)

يعد تشكيل البكرة من أعقد عمليات تكنولوجيا الغزل بحيث يجب الحصول على شكل اسطواني ذي مخروطين علوي وسفلي يؤمن لف وكر الشريط بعد تأمين كثافة منتظمة وعدم تشابك أو تداخل للشريط المبروم (شكل 9-31). تتطلب أنظمة الغزل الحلقي وجود مرحلة البرم حسب نوع الخيط ومستوى جودته، وذلك لتحويل شريط السحب إلى مبروم ملتف على بكرة بشكل اسطواني بنهايتين مخروطيتين لتكون ملائمة لتغذية آلات الغزل.

شكل 9-31: بكرة المبروم

لكي يتم لف المبروم الناتج من السلندر الأمامي بآلة البرم على البكر فيجب أن تكون السرعة السطحية للبكرة متساوية مع السرعة السطحية للسلندر المنتج مهما كان قطر البكرة صغيرا أو كبيرا وخلال جميع المشاوير. إن قطر بكرة البرم يتغير باستمرار حيث يزيد القطر كلما تم لف طبقة من المبروم عليه و السرعة السطحية للبكرة يجب أن تكون ثابتة، فكلما زاد قطر البكرة وجب أن تنخفض عدد دوراتها أي أن السرعة الدورانية للبكرة يجب أن تكون متغيرة مع المحافظة على عدد البرمات في وحدة الطول من المبروم.

هناك سبب آخر في خفض سرعة البكرة تدريجيا هو عزم القصور الذاتي الواقع على أعمدة إدارة الآلة والمحركات نتيجة زيادة وزن بكر البرم تدريجيا حتى انتهاء الدور.

تستخدم الطنابير المخروطية بآلات البرم لإحداث نقص تدريجي في سرعة البكرة ولهذا فإن السرعة الناتجة من المخروط السفلي يجب أن تتغير بانتظام ونجد أن وضع المخروطين متعاكسين بالنسبة لبعضهما البعض، فالقطر الأكبر للمخروط العلوي القائد يقابل القطر الأصغر للمخروط السفلي المنقاد ويصل بين المخروطين سير عدل يتحرك بانتظام من القطر الأكبر في أول الدور للمخروط القائد والأصغر للمنقاد. وفي نهاية الشوط يكون السير على القطر الأصغر للقائد والأكبر للمنقاد وبذلك تكون السرعة المتغيرة التي تصل إلى جهاز المسننات التفاضلية وتندمج مع السرعة الثابتة لتكون محصلة تنتقل إلى البكر، وهناك طرق أخرى لتحريك السير منها الجهاز الكهروهوائي. تقوم الجريدة المسننة بتحريك السير، وهناك آلية خاصة للتحكم ببناء البكرة وللتحكم بالطول العامل للجريدة المسننة حيث يتم نقصانه بشكل تدريجي ودقيق حتى امتلاء البكرة ليعاد للوضع البدائي عند بدء اللف على بكرة فارغة، يؤمن الثقل رقم 12 عزم دوران كافي لتحريك الجريدة المسننة (شكل 9-32).

شكل 9-32 :الطنابير المخروطية

نتيجة وجود عيوب في عمليات البناء نتيجة انزلاق السير على الطنابير المخروطية فقد تم استبدالها في الآلات الحديثة بأجهزة.P.I.V، يستخدم المخروطان والجهاز التفاضلي لتشكيل البكرة المملوءة وذلك بإعطاء حركة ذات سرعة صغيرة متغيرة، كما يبين الشكل 9-33.

شكل 9-33: المخروطان

يمكن كتابة التالي:

$$V_1=\omega_1.D_1/2$$

$$V_2=\omega_2.D_2/2$$

$$V_1=V_2$$

$$\omega_1.D_1/2=\omega_2.D_2/2$$

$$\omega_2=\omega_1.(D_1/D_2) = \omega_1.(r_1/r_2)$$

حيث أن ω_1 سرعة ثابتة للمخروط القائد, ω_2 سرعة متغيرة للمخروط المنقاد و D_1 و D_2 أقطار متغيرة.

مما يعني أن تخفيض السرعة يعتمد على النسبة بين قطري المخروطين والهدف هو المحافظة على السرعة المحيطية للبكرة ثابتة أثناء اللف، علما أن سرعة البكرة الخطية هي السرعة الخطية القادمة من اسطوانات السحب الأمامية لجهاز السحب. وتعطى إزاحة سير المخروطين لطبقة واحدة من اللفات بالعلاقة:

$$L= v.t = Z.T.n.t$$

حيث أن (v) سرعة المخروط و (t) الزمن و (Z) عدد أسنان المسنن و (T) خطوة المسنن أو الجريدة و (n) عدد دورات العمود.

للحصول على بكرة منتظمة لابد من توفر عدة شروط :

a) الشريط المبروم الذي يلتف على البكرة ذو سرعة ثابتة ويلف بانتظام وله نفس السرعة الخطية القادم بها من اسطوانات السحب الأمامية مع ازدياد قطر البكرة للحفاظ على سرعة محيطية ثابتة.

b) تكون السرعة الدورانية للبكرة أعلى من السرعة الدورانية للفانوس، حيث تتناقص سرعة البكرة خلال اللف لتساوي تقريبا سرعة الفانوس الدورانية في نهاية اللف.

c) زيادة قطر البكرة أثناء اللف يعتمد على نمرة الشريط المبروم وسرعته الخطية والسرعة الدورانية للفانوس والبكرة.

d) سرعة الدوران المتغيرة للبكرة تتناسب مع سرعة العربة الخطية والتي تتناقص لتصبح صغرى في نهاية العملية.

9-7- القوى المؤثرة على جناح الفانوس (Forces Effecting on Flyer)

ينحرف جناحي الفانوس نتيجة الدوران ويكون الانحراف الكلي للجناح المفرغ العامل نتيجة لعدة عوامل مثل الانحراف والدوران الناتج عن الانحراف والتغير في انحراف مخروط الجناح بالكامل، تؤثر على الجناح قوى عدة وهي:

1. القوى النابذة الناتجة عن كتلة الشريط المبروم أثناء الدوران.
2. مقاومة الوسط أثناء الدوران.
3. ثقل الأجنحة.
4. القوى النابذة الناتجة عن الدوران.

يتم تحديد عزم اللي في المقطع A–A من تأثير قوة الطرد المركزية (شكل 9-34) ومنه يتم تحديد قساوة المعدن اللازم، عمليا يجزئ الجناح إلى ثلاث مقاطع (1،2،3). تؤثر بالفتحة (1) قوة نابذة وعزم ناتج عنه والجزء المخروطي (2) والقوس (3) في الأعلى وبعد جمع القوى والعزوم يتم الحصول على قيمة العزم في المقطع A–A وتحسب الاجهادات ويتم اختيار المعدن اللازم.

شكل 9-34: الفانوس

9-8- الجهاز التفاضلي وحساب السرعة الزاوية

(Positively Infinitely Variation and Angular Velocity)

يتلقى العمود الرئيسي للآلة الحركة من المحرك الرئيسي ويدور بسرعة ثابتة ويعطي الحركة للمسننات التفاضلية والمخروط العلوي ونظام السحب و المرادن (شكل 9-35). تأخذ العربة الحركة من المخروط السفلي وتأخذ البكرة السرعة المتغيرة للحركة من الجهاز التفاضلي والتي يتم به جمع السرعة الثابتة من العمود الرئيسي والسرعة المتغيرة من المخروط السفلي. الجهاز التفاضلي يحوي مسننات مغمورة بالزيت لمنع التآكل وتخفيف الاحتكاك والتبريد عند ارتفاع درجة الحرارة.

شكل 9-35: ميكانزم الجهاز التفاضلي والمخروطين

المهمة الرئيسية لجهاز PIV (Positively Infinitely Variation) اخذ سرعة ثابتة وسرعة متغيرة وجمعهم بسرعة متغيرة وهذه المسننات الفرقية تتكون من مجموعة من المسننات تدور حول مسنن شمسي في مركز المجموعة وفي نفس الوقت تدور حول محاورها، أي أن لها حركتين في نفس الوقت ولذلك تسمى المسننات الكوكبية. ولها عدة أنواع تستخدم في آلات البرم كالدفرنشال المركب (شكل 9-36) المكون من مجموعتين من المسننات الفرقية مثبتين على التوالي على عمود واحد حيث تغذي السرعة الناتجة من المجموعة الأولى المجموعة الثانية.

شكل 9-36: المسننات الكوكبية

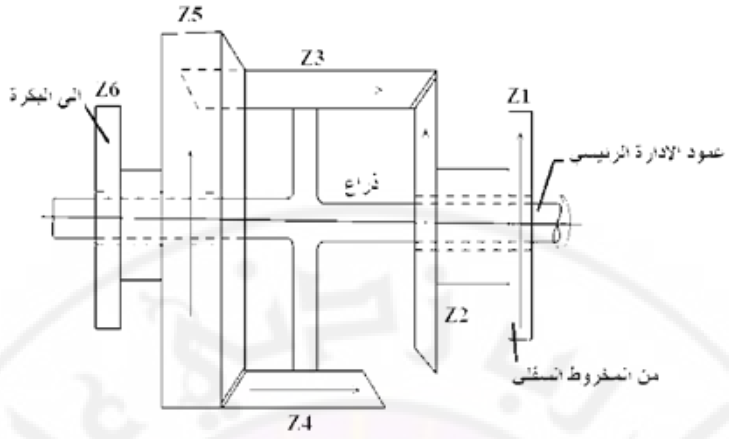
يمكن كتابة العلاقة التالية من الشكل 9-37:

$$n_b = n_m(e_3 - e_2e_3) + n_2(e_1e_2e_3)$$

حيث n_m هي سرعة عمود الحركة الرئيسي و n_2 هي سرعة المخروط السفلي و n_b سرعة البكرة و (e_1, e_2, e_3) هي نسب نقل الحركة وهي ثابتة حسب تصميم الآلة.

نسبة نقل الحركة بين المخروط السفلي و المسنن (1) هي e_1 ونسبة نقل الحركة بين المسنن (6) والبكرة هي e_3 و نسبة نقل الحركة في علبة المسننات التفاضلية:

$$\left(e_2 = \frac{Z_2Z_4}{Z_3Z_5} \right)$$



شكل 9-37: المسننات الكوكبية

في الشكل 9-38 وباعتبار عدد دورات العمود الرئيسي (827 rpm) يكون عدد دورات المسنن (50) عند نقل حركة المخروطين (216– 114) هي :

$$n_{Z_{50}} = 827 \times \frac{102 \times 32 \times 216 \times 27}{62 \times 70 \times 114 \times 50} = 636\ rpm$$

تتم حسابات الجهاز التفاضلي اعتمادا على نظرية المسننات من علم نظرية الآلات وتم شرحها في الفصل الخاص بعناصر الآلات. لحساب عدد دورات المسنن Z_{62}، نقوم بحساب عدد دورات المسنن Z_{59}:

$$X = 827 - 636 = 191$$

$$n_{Z_{62}} = y + \left[\frac{59}{28} \times \frac{25}{62}\right] \times (x)$$

$$n_{Z_{62}} = n_{Z_{50}} + [0.85] \times (Z_{59})$$

$$n_{Z_{62}} = 636 + 0.85 \times (191) = 798\ \text{rpm}$$

تكون سرعة البكرة:

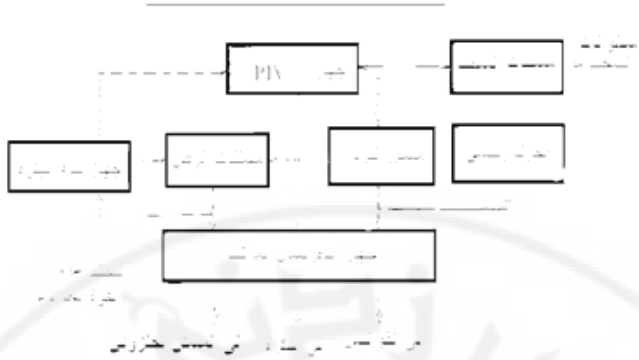
$$n_{Z_{50}} = 798 \times \frac{81 \times 36}{54 \times 38} = 1134\ \text{rpm}$$

سرعة اللف الخطية :

$$V = \pi \times 1134 \times \frac{48}{1000} = 170.9\ \left(\frac{m}{min}\right)$$

شكل 9-38: توصيل جهاز P.I.V

يتكون جهاز PIV من طارتين وبكل منهما قرصان قابلان للحركة (فتح وقفل) ومتصلان بجنزير وتكون النسبة متغيرة بين قطري الطارتين بينما يبقى شد الجنزير ثابتا. بما أن سرعة خروج المبروم من السلندر الأمامي ثابتة لا تتغير طول الدور وكذلك سرعة الفانوس ثابتة أيضا، الغرض منه هو تقليل سرعة البكرة تدريجيا حيث يعمل على إعطاء البكرة النقص في السرعة الدورانية كلما زاد قطرها، يحقق نفس أساسيات الطنابير المخروطية ولكن حركته الميكانيكية تجعله متفوقا عليها. يبين الشكل 9-39 نظام توزيع القوة والتحكم في أجزاء آلة البرم حيث يعطي عمود مسنن ثابت البرم الحركة إلى جهاز الـ PIV الذي ينقلها إلى الطارات المنقادة ثم يعطي المحور المنقاد لجهاز الـPIV السرعة المتغيرة إلى جهاز الدفرنشال وذلك لتجميعها مع السرعة الثابتة وإعطائها للبكرة. كما تأخذ مسننات إحكام اللف حركتها من السرعة المتغيرة القادمة من جهاز الـPIV عن طريق مسنن مركب على جلبة على عمود الإدارة الرئيسي ثم تصل الحركة بعد ذلك من مسننات إحكام اللف إلى جهاز الدفرنشال لإعطاء الحركة إلى المسنن الحلزوني.



شكل 9-39: التحكم بجهاز PIV

9-9- مخطط وحسابات نقل الحركة في آلة البرم

(Gearing Plan and Calculations in Roving Machine)

يبين الشكل 9-40 مخطط حركي لآلة البرم.

حساب السرع:

- *سرعة الاسطوانة الأولى:*

$$n_1 = 1430 \times \frac{165 \times 102 \times 32 \times 26}{355 \times 74 \times 70 \times 67} = 162.52 \text{ rpm}$$

- سرعة الاسطوانة الوسطى

$$n_2 = n_1 \times \frac{20 \times 48 \times 25}{130 \times 69 \times 23} = 18.9 \text{ rpm}$$

- سرعة الاسطوانة الخلفية:

$$n_3 = n_1 \times \frac{20 \times 48 \times 45 \times 60 \times 22}{130 \times 69 \times 105 \times 35 \times 18} = 15.61 \text{ rpm}$$

- سرعة المردن

$$n_{spindle} = 1430 \times \frac{165 \times 102 \times 110 \times 38}{355 \times 110 \times 82 \times 36} = 872.68 \text{ rpm}$$

شكل 9-40:مخطط حركي لآلة برم

- سرعة البكرة في الوضع الأولي:

$$L = a + e\,(F - a)$$

حيث أن (a) سرعة الصندوق التفاضلي و (F) سرعة العمود الرئيسي و (e) نسبة التفاضل.

$$a = 1430 \times \frac{165 \times 102 \times 32 \times 212 \times 27}{355 \times 74 \times 70 \times 108 \times 60} = 369.9 \text{ rpm}$$

$$F = 1430 \times \frac{165}{355} = 664.64 \text{ rpm}$$

$$e = \frac{59}{28} \times \frac{25}{62} = 0.85$$

$$L = 369.9 + 0.85\,(664.67 - 369.9) = 620.45 \text{ rpm}$$

- تكون السرعة الأولية:

$$n_i = \text{L} \times \frac{82 \times 38}{54 \times 36} = 620.45 \times \frac{82 \times 38}{54 \times 36} = 994.5 \text{ rpm}$$

- وفي الوضع النهائي:

$$a = 1430 \times \frac{165 \times 102 \times 32 \times 108 \times 27}{355 \times 74 \times 70 \times 212 \times 60} = 96.01 \text{ rpm}$$

$$L = 96.01 + 0.85\,[664.647 - 96.01\,] = 579.35 \text{ rpm}$$

- وتكون السرعة النهائية:

$$n_{fin} = 579.35 \times \frac{82 \times 38}{54 \times 36} = 928.63 \text{ rpm}$$

حسابات السحب

- **نسبة سحب المجال الأمامي:** النسبة بين السرعة السطحية للاسطوانة الأمامية إلى السرعة السطحية للاسطوانة الوسطى.

$$d_1 = \frac{\pi \times 27 \times 162.52}{\pi \times 27 \times 18.90} = 8.59$$

- **نسبة سحب المجال الخلفي:** النسبة بين السرعة السطحية للاسطوانة الوسطى إلى السرعة السطحية للاسطوانة الخلفية.

$$d_2 = \frac{\pi \times 27 \times 18.90}{\pi \times 27 \times 15.61} = 1.21$$

- **نسبة السحب الكلية:** تساوي جداء نسبة سحب المجالين السابقين.

$$d = d_1 \times d_2 = 8.59 \times 1.21 = 10.39$$

حساب ثابت السحب:

في نقل حركة جهاز السحب بين السلندر الأمامي و السلندر الخلفي مسنن واحد متغير الأسنان، وهذا المسنن يسمى بمسنن السحب وعند تغيير هذا المسنن تتغير نسبة السحب. أما تغيير مسنن البرمات فيغير عدد دورات السلندر الأمامي مع ثبات سرعة دوران المرادن الأمر الذي يؤدي إلى تغيُّر عدد البرمات في المتر ولا تتغير نسبة السحب عند ذلك لأن السلندر الخلفي يتلقى دورانه من السلندر الأمامي. نسبة السحب تساوي النسبة بين السرعة السطحية للاسطوانة الأمامية إلى السرعة السطحية للاسطوانة الخلفية. وبافتراض أن سرعة الاسطوانة الأمامية هي (1) دورة بالدقيقة و مسنن تغيير السحب (1) سن فيكون الثابت معطى بالعلاقة:

$$c_d = \frac{\pi \times 27 \times 1}{\pi \times 27 \times 1 \times \frac{20 \times \mathrm{DCW} \times 45 \times 60 \times 22}{130 \times 69 \times 105 \times 35 \times 18}} = 499.465$$

للتأكد من السحب:

$$d = \frac{c_d}{DCW} = \frac{499.465}{48} = 10.405$$

حساب البرم: عدد البرمات بالانش للمبروم.

$$TPI = \frac{n_{spindle}(rpm)}{n_{\text{Front roller delivery}}\,(\text{inches/min})} = \frac{872.86}{\pi \times \frac{27}{25.4} \times 162.52} = 1.6$$

حساب ثابت البرم:

طول المبروم الناتج يتغير متناسباً مع عدد أسنان مسنن البرم وكذلك مع دوران السلندر الأمامي .نفترض سرعة المردن (1) دورة بالدقيقة ومسنن تغيير البرم (1) سن فيكون ثابت البرم:

$$c_T = \frac{1}{1 \times \frac{36 \times 82 \times 32 \times 26}{38 \times \mathrm{TCW} \times 70 \times 67} \times \pi \times \frac{27}{25.4}} = 0.0217$$

ويتم حساب البرم بالعلاقة:

$$T = TCW \times c_T = 74 \times 0.0217 = 1.6$$

من المخطط الحركي للآلة لآلة البرم Zinser 668 الألمانية (شكل 9-41) يمكن حساب عدد دورات الفانوس :

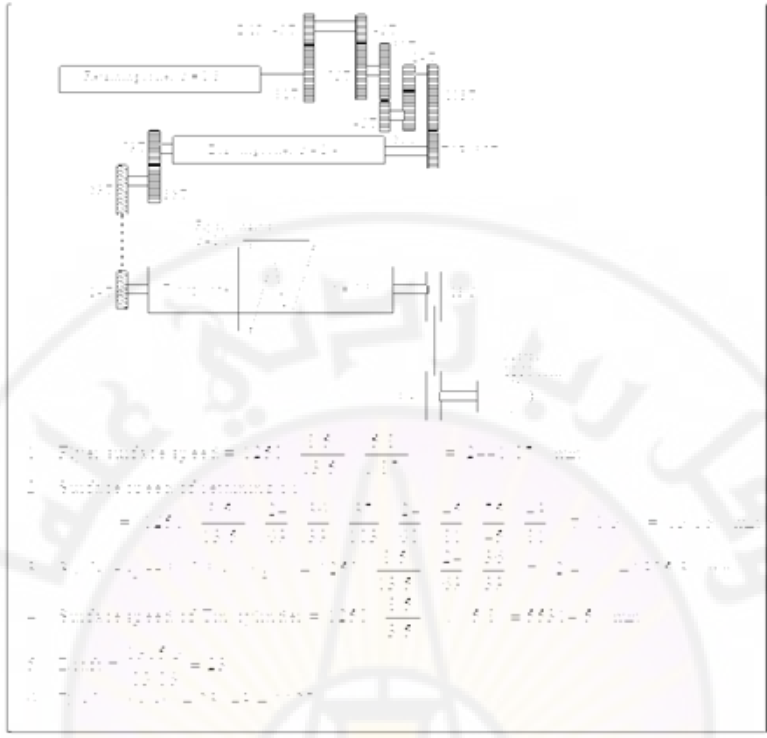
$$n_f = n_{Flyer\ drive\ motor} \times \frac{F_1}{F_2}$$

وحساب عدد دورات البكرة:

$$n_B = n_{Bobbin\ drive\ motor} \times \frac{F_3}{F_4}$$

شكل 9-41 :مخطط حركي لآلة برم حديثة

مثال أخر لآلة برم في الشكل 9-42 علما أن عدد دورات المحرك 1250 دورة بالدقيقة:



شكل 9-42 :آلة برم

9-10- العيوب المتوقع حدوثها في آلة البرم وأسبابها(Problems & Reasons)

1- **أماكن رفيعة في المبروم نتيجة** وجود عيوب في شريط التغذية المغذي للآلة، أو عدم وجود سطوح خشنة في مسار المبروم، أو وجود عيوب في وصل المبروم.

2- **أماكن ثخينة في المبروم**، لابد من فحص سلندرات السحب والتأكد من عدم وجود عيوب فيها و التأكد أن الشريط المغذى ليس به أماكن ثخينة، والتأكد من جودة وصل المبروم والحرص في عمليات تنظيف الآلات وعدم سقوط الزغبار على المبروم.

3- **بكرة المبروم طرية، يجب** التأكد من أن شريط السحب المغذي غير منخفض السماكة، ومن حركة السير وعدم وجود زيت أو شحم على السير، و من لف المبروم على ضاغط الفانوس، والتأكد من سرعة البكرة و استعمال بكر برم منتظمة القطر.

4- **بكرة البرم مرصوصة: يجب** التأكد من أن مسنن البكرة مثبت في مكانه جيدا، وعدم وقوف عربة البكر عند مخروطي البكرة، و عدم تغيير عدد لفات المبروم على الضواغط أثناء الدوران.

5- **المبروم غير منتظم: يجب** الكشف على السير الجلدي لجهاز السحب ، والتأكد من اسطوانات التغذية الصحيحة و من عدم وجود تآكل أو خشونة في سلندرات السحب العلوية.

9-11- التطورات الحاصلة على آلة البرم

(Improvement in Modern Roving Machine)

تحتوي الآلات الحديثة حتى 160 مردن (شكل 9-43) و لها جهاز تحكم مركزي يتحكم بمحركات كهربائية مختلفة تخفف الضجيج وتوفر الطاقة وتحوي ايضا مبدلات ترددية وحساسات الكترونية تربط الحركات مع بعضها مما يساعد على الاستغناء عن كثير من الاجزاء الميكانيكية. يتم تحميل برنامج العمل للعملية التكنولوجية لوحدة التحكم عن طريق لوحة التحكم وذلك بتحميل بيانات حول نمرة الشريط المبروم ونسبة السحب المنتج وعدد البرمات وسرعة التغذية والسرعة الأولية للبكرة وزاوية ميل مخاريط البكرة المطلوبة للوجبة مع تحديد الحافة العلوية والسفلية ودرجة امتلاء البكرة، يوصل نظام التحكم المركزي بنظام تصحيح لقيم البارامترات التكنولوجية المختلفة. هناك تحكم الكتروني بعمل بمحركات ذاتية التبديل الأوتوماتيكي للسرعات (انفيرترات) تعمل توافقيا بمساعدة نظام الكتروني لبناء أكثر دقة للبكرة وحسب المواصفات المطلوبة المطلوبة في خطة الإنتاج.

شكل 9-43: آلة برم حديثة

تطورت آلات البرم لتصبح سرعة المردن أكثر من 1500 دورة بالدقيقة بعد أن كانت حوالي 600 دورة بالدقيقة خلال خمسينيات القرن الماضي. وزاد قطر بوبين المبروم من 4 إلى 7 انش، والارتفاع من 8 إلى 16 انش، واستخدمت فوانيس (AC Type) لتقليل مقاومة الهواء على المبروم بالإضافة إلى خفة وزنها وتم إلحاق نظام التخليع الاتوماتيكي وبزمن مخفض كنظام (FL100) المحقق لزمن تخليع ثلاث دقائق ونصف. بالنسبة لحساسات الشد فهي حاجة لابد منها في آلات البرم الحديثة واستخدمت في كثير من الآلات (Rieter F15/F35, Zinser 668, Marzoli FTN, Lakshmi LFS 1660،Toyota FL100) وتعمل على تغيير سرعة البكرة عن طريق محرك سيرفو تبعا للشد الناتج.

عملت عدة شركات لتطوير آلات البرم مثل (Rieter F15/F35 , Zinser 668, Marzoli FTN ،Lakshmi LFS 1660) عن طريق رفع قمة الفانوس في الصف الخلفي مقارنة مع الصف الأمامي لتقليل زاوية توريد المبروم والحصول على ثباتية في تركيب المبروم الناتج.

هناك آلات برم بنظام يدوي لتخليع بكر المبروم بمساعدة حركة ميكانيكية تقوم بتوجيه عربة حامل البكر بعد انتهاء الوجبة إلى جهة مكان وقوف عامل الآلة لتسهل عليه عملية نزع البكرات الممتلئة يدويا من الآلة ومن ثم وضعها في عربات خاصة أو تعليقها على حوامل السكة العلوية التي تربط بين مرحلتي البرم والغزل (شكل 9-44).

شكل 9-44: نزع البكرات الممتلئة يدويا من الآلة

تزود آلات البرم بنظام أوتوماتيكي لاستبدال بكرات المبروم الممتلئة بأخرى فارغة لتكون جاهزة للنقل حتى آلات الغزل الحلقي (كنظام SERVOtrail) بطريقة أوتوماتيكية كاملة أو نصف أوتوماتيكية. يزود نظام SERVOtrail بعجلات وحوامل نقل البكر، معلقة على سكة ناقلة لا يتجمع عليه الزغبار المتطاير في الهواء فيبقيها نظيفة سهلة الحركة. كما أن المادة التي تصنع منها هذه الأجزاء هي من النوع الخفيف ذي متانة عالية مما يسهل من حركة نظام النقل ويرفع من أدائه بشكل عام، بالعلاقة مع خصائص ومساحات صالات الغزل. وباختصار فهناك ثلاث أنواع من تصاميم هذا النظام وهي نظام جر يدوي لقطار المواسير ونظام نقل أوتوماتيكي كامل ونظام مدمج يدوي وأوتوماتيكي.

يعتبر النقل الأوتوماتيكي أو نصف الأوتوماتيكي حلا ناجعا لحالات اختلاف مستوى سطح أرض صالات مصنع الغزل المؤلف من طابق واحد أو عدة طوابق وأيضا توفير بالمساحة اللازمة لصالة الإنتاج وتقليل الجهد واختصار المسافات وسهولة الحركة بين الآلات مما يرفع إنتاجية العمل ويخفف من نسب العوادم والهدر (شكل 9-45).

شكل 9-45 :النقل الأوتوماتيكي في معمل الغزل

كما أن محركات وتجهيزات النظام لا تحتاج إلى عناية خاصة كالتزييت أو التنظيف أو المعايرة. ويمكن تزويد النظام الأوتوماتيكي لنقل بكر المبروم بمحطات خاصة لتنظيف البوبين من نهايات شريط المبروم قبل إعادتها فارغة إلى آلات البرم مما يساعد على:

- ✓ إلغاء أماكن حفظ البكرات ضمن صالات الإنتاج، والتي تعتبر مركزا لتجمع الزغبار والأوساخ على المواسير الجاهزة.

- ✓ تجنب حدوث الخلط بين وجبات وأنواع مختلفة من المبروم المعدّ للاستخدام على آلات الغزل وبالتالي ضمان استخدام وجبات بكر المبروم أولا بأول.
- ✓ التخلص من المناولة اليدوية للبكرات ومساوئها، وتفادي ملامسة العمال لها بما فيه المحافظة على جودة المبروم وجودة لفه على البكرة.
- ✓ تجنب تصادم عربات نقل المبروم وعمال النقل بأجهزة التنظيف العلوية على آلات البرم والغزل الحلقي

إن أول إقلاع للآلة التقليدية يتم بوصل الشريط على البكرة بطريقة يدوية في الآلة القديمة، وذلك بتمرير الشريط بين السلندرات وعبر دليل الخيط وإعطائه عددا من البرمات ومن ثم لفّه على البكرة ومن ثم يتم إقلاع الآلة بسهولة، أما في الآلات الحديثة فتتم عملية نقل وتبديل المواسير الفارغة والممتلئة ضمن برنامج مخزن (شكل 9-46)، تبدأ العملية عندما يعطي نظام التحكم إشارة بأن البكرات قد امتلأت بالمقدار الذي حدد من قبل خلال البرنامج ويجب أن تكون سكة البكرات جاهزة للبدء بالدورة وذلك بشحن السكة بالبكرات الفارغة. يتم بعدها قطع الشريط المبروم عن البكرة وتكون سكة المواسير المليئة في القاعد السفلية. ومن ثم يتم تحريك الفوانيس ثم تعلق المواسير بشكل جيد على أماكنها حيث تكون جاهزة للقيام بالانتقال من منطقة الفانوس إلى منطقة النزع، وبنفس الوقت تكون البكرات الفارغة جاهزة للانتقال من منطقة التعليق إلى منطقة الفانوس. ومن ثم يتم تثبيت أصابع الضغط التي تتعلق بها البكرة بحيث تأخذ وضعية دورانية و يتم تثبيت البكرة الفارغة عليها، و تبدأ عملية التحرك لينتقل القطار الحاوي على المواسير الفارغة إلى منطقة الفانوس حيث تصبح المواسير الفارغة فوق المواسير المليئة، ولكن ليس على نفس المحور وإنما بمقدار نصف خطوة، حيث الخطوة هي البعد بين بكرتين متتاليتين. يتم انتقال سكة المواسير إلى الأعلى ليتم تعليق المواسير المليئة للأعلى، والمواسير الفارغة للأسفل. وبعد تعليق البكرات فإن سكة البكرات تنتقل نحو الأسفل تاركة المواسير المليئة معلقة بالقطار. تنتقل سكة المواسير إلى مكان النزع الأعلى لتجهز البكرة الفارغة لعملية التثبيت على سكة المواسير. وهنا تدور المغازل ويتم تحرير المواسير الفارغة من العلاقات الماسكة لها للتحضير لعملية إنزالها للأسفل وتنخفض سكة المواسير نحو الأسفل حاملة معها المواسير الفارغة ويتحرك قطار البكر

إلى منطقة التخزين المتوسطة، حيث يحمل معه المواسير المليئة للتحضير لعملية نزعها ويتم تحرير أصابع التثبيت الضاغطة التي تتثبت عليها المواسير الفارغة لكي تصبح البكرة حرة الحركة وبالتالي قادرة على الدوران مع المحور الداخلي الذي يثبتها. تدور الفوانيس لتصبح في منطقة الدوران بحيث تمكن من البداية لوجبة جديدة وتبدأ عناصر المسار بالتأرجح الدائري لتلف الشريط الجديد وتحدد مسارا جديدا ويتم إيصال البكرات إلى مكان النزع. تجري هذه العملية بشكل موازي لعملية البرم التي تكون قد بدأت حيث يبدأ القطار بمغادرة منطقة الفانوس مارا بالمخزن المتوسط، وبعد ذلك تزال المواسير من قطار البكر. وهنا يعلن عن انتهاء عملية التبديل (doffing). قد يقوم العامل بتثبيت البكرة على العلاقات الماسكة مع تدوير بسيط لتتم عملية التعليق.

شكل 9-46: **مراحل آلية النزع الأوتوماتيكي لآلة البرم**

تتحرك عربة البكر للخارج وينخفض الدوفر حاملا البكر الفارغة لتتوضع بين البكر الممتلئة ومن ثم تتم عملية عكس مواضع المواسير الممتلئة والفارغة ويتحرك الحامل لموضع وسطي تاركا المواسير الفارغة على المرادن. يتحرك الدوفر حاملا المواسير الممتلئة للأعلى وتتحرك العربة ليتم توضع المواسير الفارغة في المكان المناسب للإنتاج ويتم إخلاء منطقة الأمان ثانية ليتم نقل المواسير الممتلئة بواسطة نظام النقل ويتم بدء عملية لف المبروم اتوماتيكيا.

9-12- مواصفات فنية لآلة برم حديثة

(Technical Specifications of Modern Roving Machine)

تتمتع آلات البرم الحديثة بتصميم يسهل خدمة الآلة والوصول بسرعة إلى أبعد نقطة فيها. وهي مجهزة بكافة الحساسات اللازمة لإنتاج مبروم خالي من العيوب وبمردود إنتاجي عالي ناتج عن التقليل من نسب العوادم وعدد التوقفات على الآلة. يتجاوز عدد الرؤوس الأعظمي 144 ويصل في بعض الآلات 160 (البعد بين كل رأسين 130 مم لإنتاج بكر مبروم بقطر حتى 7 انش، أو 110 مم بقطر بكرة المبروم حتى 6 انش) و زيادة سرعة الآلة حتى 1500 –1800 دورة بالدقيقة وهناك أنظمة متطورة لشفط الغبار. يكون زمن عملية التخليع الأوتوماتيكي اقل من دقيقتين في الآلات الحديثة وبإنتاجية حوالي (250 – 2000 غرام للمردن في الساعة) وتزود بأنظمة سحب متطورة بسيور جلدية، وبمركز سحب ثنائي مجالات السحب (3/3)، أو بمركز سحب (4/4). يخفض النزع والنقل الأوتوماتيكي للبكرات إلى الآلة الغزل الحلقي العمل اليدوي للعامل و المساحة اللازمة للتخزين الداخلي للبكرات بانتظار الغزل والمشاكل المرافقة للتخزين وامتلاك القدرة على الحصول على نسب أفضل من الحصص التسويقية. تتميز آلات البرم الحديثة بمواصفات متطورة كما في الجدول 9-2:

جدول 9-2: مواصفات آلة برم حديثة

تنظف مجالات السحب كل ساعتين والنصبة كل 24 ساعة وفانوس والعربة كل عملية دوفينغ والمنظفات العلوية كل ساعة. يبين الجدول 9-3 مخطط الصيانة المقترح لأعمال الصيانة الخاصة بالة السحب والمدد الزمنية لكل منها:

جدول 9-3: مخطط صيانة مقترح لأعمال الصيانة الخاصة بالة السحب

يبين الجدول 9-4 أمثلة عن اسم الآلة واسم العنصر والعمر الافتراضي للعنصر حين يجب استبداله لبعض الآلات التجارية.

جدول 9-4: أمثلة عن آلات برم واسم العنصر والعمر الافتراضي للعنصر

وقل رب زدني علما
Damascus University

الفصل العاشر

10- آلات الغزل الحلقي
Ring Spinning Machines

10-1- مقدمة (Introduction)

تعد مرحلة الغزل الحلقي آخر مرحلة تكنولوجية من مراحل إنتاج الخيط ويتم فيها تشكيل خيط الغزل المطلوب بمواصفاته الفيزيائية والميكانيكية النهائية، وتعد من أهم مراحل الغزل القطني اقتصاديا.

عرف الغزل اليدوي من أكثر من ألفي سنة قبل الميلاد واخترع المغزل اليدوي ثم دولاب الغزل ومن ثم تم اختراع الغزل الذاتي بالفانوس، ساهمت الثورة الصناعية ومراحل التقدم العلمي والتكنولوجي بتطوير آلات الغزل من آلة الغزل ذات الفوانيس (آلة باولو ووايت- إنكلترا) عام (1733) مرورا بآلة الغزل المائية العاملة عن طريق دولاب يتحرك بالمياه عام (1769) حتى ظهور أول آلة غزل بحلقة و دبلة (جيمس-أمريكا) في عام 1830 وظهرت في أربعينيات القرن العشرين طرق غزل الطرد المركزي وظهرت في الستينيات آلات الغزل بدون مرادن (هوائية ميكانيكية، حجرة الغزل، طرق غزل كهر وميكانيكية). تطور الغزل الحلقي خلال العقدين الأخيرين في مجالات إنتاج الخيوط المضاعفة والغزل المحكم والخيوط المفننة والمرنة من ألياف قطنية أو كيميائية أو ممزوجة.

لا تزال الأبحاث مستمرة لتطوير آلات الغزل الحلقي بهدف التقليل من كلفة المنتج بتوافق مدروس مع التطورات الحاصلة على آلات المراحل ما قبل الغزل النهائي وذلك بتطبيق الأنظمة المؤتمتة واستخدام أنظمة القيادات المستقلة لأجزاء الآلة.

تنحصر وظيفة مرحلة الغزل الحلقي في تخفيض نمرة المبروم الناتج من مرحلة البرم إلى النمرة المطلوبة للخيط بسحبها بواسطة جهاز السحب، ومن ثم إكساب المادة الناتجة المتانة اللازمة بطريقة فتل أليافها يميناً أو يساراً حول محور خروجها من مركز السحب،

و لف الخيط الناتج على ماسورة مناسبة للاستخدام على آلة التدوير الأوتوماتيكي لإنتاج الكونة الجاهزة للاستخدام في المراحل اللاحقة مثل النسيج أو التريكو.

وتختلف نسب السحب الكلية لنوع الخيط المنتج وتزداد مع إضافة خيوط صناعية وبالانتقال من الخيوط المسرحة إلى الممشطة. هنا لابد من الإشارة إلى المعدل الإحصائي للعوادم القابلة للاستخدام خلال مراحل إنتاج الغزول (جدول 10-1):

جدول 10-1: المعدل الإحصائي للعوادم القابلة للاستخدام خلال مراحل إنتاج الغزول



10-2- أجزاء آلة الغزل الحلقي والية عملها

(Ring Spinning Machine Parts and Working Principles)

يبين الشكل 10-1 آلة غزل حلقي،يتراوح طول آلة الغزل حتى 50 متراً ويمكن أن يزيد عنه في بعض الآلات التي تحوي 1600 مردن ويأخذ المردن حوالي 7 إلى 9 سم كبعد مركزي بين المرادن، يتراوح عرض الآلة 80-100 سم وحتى 140 سم مع ذراع دوفر ممدودة، تتكون آلة الغزل الحقلي من الأجزاء التالية:

- نصبة التغذية (Coil Creel).
- دليل المبروم (The Coil Guide).
- جهاز السحب(The Drafting Device) .
- أنبوب الشفط الهوائي(The Suction Tube) .
- دليل الخيط(The Guide Of Yarn) .
- الحلقة(Ring) .

- الدبلة (Traveler) .
- عربة الحلقات(Rings Rail) .
- المردن(Spindle) .
- وسيلة قيادة المردن(The Driver`s Spindle Device) .
- وسائط نقل الحركة(The Moving Devices) .
- المحرك الرئيسي(Main Motor) .
- وحدة المعالجة المركزية (CPU) .

تكون الآلة مقسمة لأقسام أو مقاطع وبالتالي تكون عملية تركيب الآلة هي عملية تجميع لهذه المقاطع الكبيرة. ترفق مع الآلة جداول خاصة مساعدة لتحديد مسننات البرم والسحب ومسننات تحريك العربة كل حسب النمرة المطلوبة وهي جداول تقريبية تعتمد على معادلات تجريبية. تبين الآلة على شاشتها معلومات عن الوجبة وتفاصيلها مثل رقم الآلة واليوم والتاريخ وفترة الإنتاج وسرعة المغزل ومقدار البرم والإنتاجية والمردود ووقت التوقف ووقت التبديل وعدد المغازل العاملة.

من الشكل 10-2 يتجه شريط المبروم من البكرة المثبتة على حامل بكرة المبروم ومنها إلى أعمدة التوجيه فموجه المبروم ليصل لجهاز السحب ومنه إلى دليل الخيط إلى أن يمر بالدبلة حيث ينتج خيط مبروم على بكرة المثبتة على المغزل. تتحرك الدبلة حول الحلقة والتي تتحرك بدورها إلى الأعلى والأسفل، ويدور المغزل حول محوره ليتم لف الخيط على الماسورة. تشفط خصل القطن المقطوعة من خلال أنابيب شفط ويوجد صفائح معدنية أو بلاستيكية لمنع تشابك الخيوط مع بعضها نتيجة القوى النابذة المتشكلة من لف الخيط وتقليل إبعاد البالون يتم من خلال حلقات التحكم بالبالون التي تعمل على زيادة زاوية التماس بين الحلقة وللدبلة، تركب جميع الأجزاء المذكورة على هيكل الآلة المبين في الشكل 10-3.

1 – وحدة تغذية الطاقة
2 – وحدة الشفط
3 – حامل بكر المبروم (القفص العلوي)
4 – نظام السحب
5 – رأس ذيل الآلة
6 – الروبودوف أو الدوفر (جهاز التقليع)
7 – السيرفو ديسك (سير نقل المواسير)
8 – وحدة القيادة
9 – محطة النقل
10- مقدمة الآلة
11- مؤخرة الآلة
12- الجانب الأيسر للآلة
13- الجانب الأيمن للآلة

1 – حامل بكر المبروم
2 – نظام السحب
3 – حامل الحلقات و المرادن
4 – الروبو دوف أو الدوفر
5 – السيرفو ديسك
6 – محرك السيرفو ديسك
7 – محرك حامل الحلقات
8 – قيادة نظام السحب للجانب الأيمن
9 – قيادة نظام السحب للجانب الأيسر
10- لمبة إشارة
11- قضيب من أجل المنظفات

شكل 10-1: آلة الغزل الحلقي



شكل 10-2:مجالات العمل في آلة الغزل



شكل 10-3 :هيكل آلة الغزل الحلقي

10-2-1- جهاز السحب (Drafting System)

تتنوع أجهزة السحب من حيث التصميم ونسبة السحب، توجد آلات حديثة تحقق نسب سحب حتى 200 مرة بحيث تأخذ شريط السحب دون المرور عن طريق عملية البرم عن طريق توفر ثلاث حقول للسحب في حالات خاصة و يجب أن يكون الضغط متوازناً على اسطوانات السحب وان يكون جهاز السحب وأجزاؤه سهلة الصيانة والاستبدال. يعبر عن عملية السحب بتخفيف وحدة وزن الوحدة الطولية للمبروم الداخل إليه عبر قمع التوجيه.

العامل المميز لأجهزة السحب في آلة الغزل الحلقي هو وجود جلود السحب التي تعمل على ضبط الألياف أثناء عبورها لحقول (مجالات) السحب بحيث تمنع انتقالها بشكل عشوائي نحو حقل السحب، بحيث تعمل على نقلها بشكل آمن من سلندرات التغذية إلى سلندرات التوريد مع الأخذ بعين الاعتبار التزايد الحاصل في سرعة الألياف الخاضعة لعملية السحب بغية تخفيف وزن الوحدة الطولية. يصل سحب خيط القطن المسرح حتى 40 وخيط القطن المسرح الممزوج حتى 50 والخيوط الممشطة من 60 للنمر المتوسطة و 70 للناعمة و 120 للناعمة جدا، وتصل نسب سحب الألياف الصنعية 45 وحتى 50.

يوضح الشكل 10-4 جهاز السحب في آلة الغزل الحلقي، يتألف جهاز السحب من تتابع أزواج من السلندرات. نظام سحب 3/3، مع سير مزدوج ويستخدم على آلات الغزل الحلقي الحديثة للألياف قصيرة التيلة. يتكون من ثلاثة أزواج من أسطوانات السحب، الأسطوانات السفلية من الصلب وتكون مخددة ومدعمة في مكانها. في حين تكون الأسطوانات العلوية مغطاة بالمطاط وتتوضع فوقها ضمن حوامل محمولة على ذراع وتعرف بالذراع العلوية. وتقوم الأسطوانات العلوية بالضغط على الاسطوانات السفلية عن طريق ذراع الضغط العلوية وقد تكون وسائل الضغط كالنوابض أو الضغط الهوائي، ويتم تخفيف الضغط عن طريق رفع ذراع الضغط، تشكل ثلاثة أزواج من الأسطوانات منطقتي سحب. المنطقة الخلفية للنظام تعرف بمنطقة السحب الخلفية ويكون مقدار السحب فيها قليلاً ولكنه كافي لإزالة برمات الشريط. ويتم ذلك لتحقيق استقامة الألياف في الشريط وتجهيزها لعملية السحب الرئيسية، من أجل الحصول على أفضل النتائج

يجب أن تكون منطقة السحب معدة بطريقة لتحافظ على الشريط تحت الشد ويتحقق ذلك حين تكون مسافة مجال سحب التكسير من 60-80 ملم ومقدار السحب من 1.03 إلى نحو 1.3.

شكل 10-4: جهاز السحب في آلة الغزل الحلقي

يحصل الشريط في منطقة السحب الأمامية أو الرئيسية على النمرة المرغوبة للخيط وتكون أعلى كمية سحب في هذه المنطقة. ولابد أن تكون كمية الألياف قليلة فيها والتحكم بالألياف والتوجيه إيجابي، وبذلك تزود منطقة السحب الرئيسية وحدة توجيه تتضمن سيور سفلية وعلوية دوارة. للحصول على سحب جيد يتطلب ذلك أجهزة توجيه خاصة حيث يتم تزويد نظام السحب لآلة الغزل الحلقي بها (شكل 10-5) وهي:

1- يمكن أن يكون التوجيه خطياً أحادي البعد في آلات الغزل الحلقي التقليدية عن طريق أسطوانة صغيرة من الألمنيوم أو الخشب تسمى أسطوانة وهمية وهي تضغط بوزنها على اسطوانة السحب السفلية.

2- تم استخدام سطح أسطوانة أو سير لتحقيق التوجيه السطحي ثنائي البعد، بدأت هذه الفكرة باستخدام أسطوانات انحراف، ثم سير مفرد و من ثم زوج من السيور لتحقيق سيطرة أفضل على الألياف عند مستويات السحب العالية. يجب أن يضغط السير العلوي على السير السفلي مع قوة تحكم ليعطي التوجيه اللازم ويكون هناك فجوة بين السيور عند نقطة التسليم تعرف بفراغ الشد، يتم الضبط وفقا لكمية الألياف باستخدام لوحات فاصلة مختلفة. في نظام السير الطويل تستخدم أسطوانة مخددة ومقساة من

الصلب كأسطوانة قائدة للسير الطويل ويستخدم قضيب معدني (Nose Bar) وهو مدور ومدبب كعنصر توجيه للسير في منطقة السحب. يتم ضبط شد السير عن طريق الوزن الذاتي للأسطوانة أو عن طريق نابض تحميل. وبالرغم التكلفة الأولية العالية تكون عملية استبدال السير في حال ضرره سهلة و يؤمن طول السير أداء أفضل ويخفف تكاليف الصيانة والتنظيف. يستخدم نظام السير القصير (مجرى) أخدود كعنصر توجيه وشد ودعم، وهو عبارة عن صفيحة خفيفة من المعدن أو إطار بلاستيكي قاسي غير قابل للتشوه أو غطاء ملائم ليحيط بجزء من الأسطوانة القائدة ويولد درجة قليلة من الاحتكاك على السيور العلوية. للمجرى التقليدي سطح مائل ينحرف نحو الأسفل على آلة الغزل الحلقي الحديثة (مثل Rieter G33 و G35)، هذا التغيير في الشكل العامل للمجرى يؤمن للسير القصير مساحة أصغر بين الأسطوانة الأمامية والسير المتوسط مما يحسن توجيه الألياف حتى عند السرعة العالية. إن عدد العناصر في نظام السير القصير اقل مما يجعله أقرب إلى الأسطوانة الأمامية ويعطي تحكم أفضل بالألياف، ولكن في نفس الوقت يكون أكثر ميلا إلى الانسداد بالزغبر والأوساخ مع صعوبة التنظيف. يوجد فتحة توجيه بين الأسطوانة الأمامية والمتوسطة لدعم القضيب (Nose Bar) والذي يعمل مع أسطوانة الشد لإبعاد السير السفلي عن أسطوانة القيادة الوسطى.

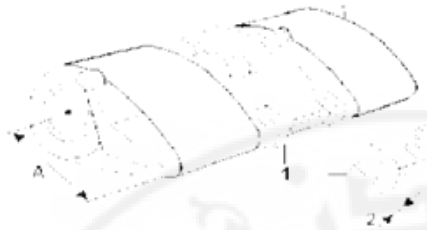
شكل 10-5: أجهزة التوجيه

3- يتم التحكم الكامل والتوجيه الفراغي للألياف ثلاثي الأبعاد، كما في نظام السحب الخاص بالغزل الصوفي (الانكليزي) حيث يتم تحقيق التحكم المثالي بالألياف من خلال هذا النظام ويكون المنتج خالياً من العيوب تقريباً. يمكن تعديل قناة الألياف لتناسب كتلة الألياف ويمكن تطبيقه بنجاح في آلات الغزل الحلقي لخيوط القطن.



شكل 10-6 : حامل السير القصير

تضغط السيور العلوية على السفلية عن طريق نوابض أو عن طريق ضغط هوائي على الأذرع العلوية. وبالتالي تكثيف الألياف وتوجيهها ويعتمد على هذا الضغط والمسافة بين سيرين. وتعرف المسافة العمودية بين الحافة الأمامية لمجرى السير العلوي و القضيب (Nose Bar) للسير السفلي بـ منطقة كبح السير ويرمز لها بحرف **x** (شكل 10-6). تعتمد منطقة التثبيت المطلوبة على نوع الألياف وكتلتها في منطقة السحب الرئيسية، ونمرة المبروم ونوعه وأبعاد السيور العلوية والسفلية ويتم ضبطها باستخدام الفواصل المضادة للاحتكاك المطورة من قبل شركات مثل Rieter و Sussen. تم تصميم هذه الفواصل لتحديد المسافة العمودية بين حواف السيور (المسافة بين الكريدل العلوي والأبرون السفلي) وهي مصنوعة من مواد بلاستيكية مقاومة للاهتراء وقابلة للاستبدال وهي بسماكات مختلفة لتناسب قيم مجال السيور. ويعطى الشكل 10-7 الترميز اللوني للفواصل مختلفة السماكات من قبل الشركات المصنعة لضمان الاختيار الصحيح وذلك لتزيد أو تقلل الضغط على الألياف وذلك للحصول على سحب جيد للألياف دون انزلاق.



شكل 10-7: فواصل تحديد المسافة

10-2-1-1- اسطوانات السحب العلوية (Top Drafting Roller)

عبارة عن محاور مركب على طرفيها أجزاء كاوتشوكية متوضعة على رولمانات لتسهيل الحركة (شكل 10-8)، أما منتصف هذه المحاور فتخضع لقوى ضغط عبر وحدة توليد الضغط المستمر من أجل إحداث إمساك جيد و محكم للألياف المسحوبة أثناء العملية التشغيلية بحيث تتحرك هذه السلندرات بفعل الاحتكاك الحاصل بين سطحها الكاوتشوكي و المادة المسحوبة التي تتسارع بفضل تماسها المباشر مع الأجزاء المحززة لسلندرات السحب السفلية. تكون الأسطوانات العلوية ذات سطح ناعم لمنع ضغط الألياف بين سطحين معدنيين عند تطبيق الضغط. تغطى أسطوانة الضغط بالمطاط الصناعي ويوجد مجالات مختلفة للقساوة وهي إما طرية (60-70 ° شور) أو متوسطة القساوة (70-90 ° شور) أو قاسية (أكثر من 90° شور)، لا تستخدم التغطية أقل من 60 درجة شور لأنها غير قادرة على مقاومة التشوه الناتج عن الضغط المطبق خلال دوران الأسطوانة. تستخدم قساوة (80-85) درجة شور عادة للأسطوانات الخلفية و (63-67) درجة شور أو أكبر للأسطوانات الأمامية للخيوط الغليظة والصناعية لأنها

تسبب اهتراء عالياً بسبب متانتها. تعطى قساوة الاسطوانات العلوية حسب الجدول 10-2 تبعا لنوع مادة الخيط ونمرته.



شكل 10-8: اسطوانات السحب العلوية

جدول 10-2: قساوة الاسطوانات العلوية

القساوة	نمرة الخيط	الالياف

يتم تركيب التغطية على الجلبة باستخدام براشيم بلاستيكية أو معدنية (في الآلات التقليدية) أو باستخدام لاصق (في الآلات الحديثة)، ويجب أن تتم هذه العملية بحذر شديد حيث تشكل كل من التغطية والجلبة الجسم العامل للأسطوانة. يمكن إزالة جسم الأسطوانة عن المحور أو يثبت بشكل دائم.

يمكن إزالة التغطية المزودة ببراشيم بسهولة عن طريق أداة كبس، أما التغطية المثبتة بمادة لاصقة يجب قصها وإزالتها بطريقة ميكانيكية أو عن طريق استخدام المذيبات دون إلحاق الضرر بالمحامل. تتأكل التغطية المطاطية بسبب قوى الاحتكاك المستمرة وبذلك

تحتاج إلى الصقل من وقت إلى آخر عن طريق إزالة طبقة من التغطية بمساعدة آلة خاصة، يتم تنفيذه عادة بعد كل 3000-4500 ساعة عمل لآلة الغزل الحلقي. تزال كمية من قطر التغطية المطاطية عند كل دورة صقل تكون في حدود 0.2 مم، ولا يجب أن تصل سماكة التغطية أقل من 3.5 ملم بعد الصقل المتكرر. إن تجاوز هذا الحد يجعل التغطية رقيقة جدا وبالتالي لا يمكن توفير المرونة الكافية تحت الضغط مما يستدعي إزالة التغطية واستبدالها. يعطي الصقل خشونة لسطح الأسطوانات العلوية الناعم، لذا يتم معالجة السطح بمواد كيمائية أو بأحماض أو الأشعة فوق البنفسجية لتنعيم السطح.

تكون الأسطوانة طويلة بما يكفي لتغطية منطقتي عمل متتابعتين على أسطوانة الصلب وتعرف أيضا بالأسطوانات المكافئة وتدعم بذراع الضغط العلوي في مركز محور دوران الأسطوانات. إن الشرط الأساسي في التصميم هو توفير ضبط خلال عملية السحب ومنع تلف الألياف، ويلاحظ بأن اسطوانات السحب العلوية ذات قطر أكبر من الأسطوانات السفلية لتجنب تشكيل نقاط ضعف على الغطاء الطري لأسطوانة الضغط نتيجة لتكرار نقطة الاتصال في نفس المكان.

10-2-1-2- اسطوانات السحب السفلية (Bottom Drafting Roller)

عبارة عن سلندرات معدنية محززة مصنوعة من الصلب، تتم تقسيتها سطحيا عن طريق تسخين الأسطوانة على عمق 0،5 إلى 1 مم وتقاد بشكل إيجابي من المحرك الرئيسي للآلة. تضاف بعض الميزات المساعدة إلى تصميم الأسطوانات السفلية لدقة السحب حتى مع سرعات عالية ومعدل سحب عالي، حيث تزود آلات الغزل الحلقي MMC Marzoli و RC-II بأسطوانات سفلية مغطاة بالكروم ومقساة ومعالجة وهذه الاسطوانات عليها حلزون (سن) معاكس للأخاديد المتجاورة. يتم تقسيم الأسطوانة إلى أقسام طول القسم يختلف من 432 ملم إلى 610 ملم حسب هيكل الآلة، تركب عدد من المقاطع الفردية لتشكل أسطوانة مستمرة تناسب عرض الآلة لإضفاء سهولة الصيانة والاستبدال حيث يتم استبدال جزء بدلا من استبدال الأسطوانة بالكامل مما يعطي سهولة

في العمل وتقليلاً في التكلفة. عند الربط بالطرق الحديثة يكون ربط البرغي عكس جهة دوران الأسطوانة لتفادي فتح المفصل حيث يكون كل قسم مصنوعاً من قضيب مدور من الصلب. عند كل وصلة يتم وضع محمل مع نظام تشحيم مستمر من أجل ضمان سهولة الحركة و من أجل تخفيض اجهادات الفتل المطبقة عليها أثناء عمل الآلة.

تتوضع الأسطوانات السفلية على حامل الأسطوانة، استخدمت المحامل ذات الكرات قديماً واستبدلت بمحامل ابريه و محامل هوائية في الآلات الحديثة لدعم السرعة العالية وأنظمة السحب العالي. تتأثر تكلفة الأسطوانات بنوع المحامل المستخدمة فالمحامل ذات التشحيم المديد مكلفة وتستعمل للأسطوانة ذات البكرات غير القابلة للإزالة (مثل SKF LP 303)، أما الأنواع الأخرى تتطلب إعادة تشحيم منتظم بعد 30000 ساعة عمل أو 5 سنوات، أيهما تنتهي أولا.

يسمى العرض العامل للأسطوانة السحب السفلية بالجزء العامل وهو مزود بأخاديد (شكل 10-9) لضمان التحكم بحركة الألياف، تكون كثافة الأخاديد في علاقة عكسية بالنسبة لتدفق الألياف المارة، فكثافة الأسطوانة الخلفية قليلة و كثافة الأسطوانة الأمامية عالية.



شكل 10-9:اسطوانات السحب السفلية

إما أن تكون الأخاديد **متوازية** على طول محور الأسطوانة والمسافات بينها ثابتة، الكثافة الطبيعة للأخاديد على الأسطوانات السفلية لآلة الغزل الحلقي 5-6 أخدود في السنتيمتر. أو تكون الأخاديد **حلزونية** (أخاديد لولبية) وتعمل في زاوية على محور الأسطوانة و توفر مساحة تحكم أعلى مقارنة مع الأخاديد المتوازية لنفس الكثافة وتعطي

تحكماً أفضل بالألياف خلال عملية السحب، وخصوصا عند السرعات عالية والسحب العالي. يعطي التخديد الحلزوني لأسطوانات السحب الخلفية عملاً أكثر هدوءاً مقارنة بالتخديد المحوري واهتزازاً أقل. وهناك التخديد **المطرطر** ويستخدم لأسطوانات الاستلام المتوسطة لتحسين نقل الألياف، يكون على الأسطوانات المطرطرة نقط مرتفعة موزعة بانتظام على مساحة العمل ولقوة مسكها العالية تستخدم كأسطوانة قيادة للسيور.

تتراوح أقطار أسطوانات السحب السفلية عادة بين 25 mm – 50 و تصنع الأسطوانات السفلى عن طريق قطاعات صغيرة من الأسطوانة. أجزاء الأسطوانة غير العاملة يكون قطرها أصغر بـ 2.5–3.0 ملم من الأجزاء التي تقوم بالسحب لتقليل الكتلة الدوارة وبالتالي حفظ الطاقة، يبين الجدول 10-3 قيم الأقطار المستخدمة لأسطوانات السحب العلوية والسفلية . يبين الشكل 10-10 أبعاد الاسطوانات لبعض أجهزة السحب المحملة بالضغط الهوائي وبوجود سير جلدي على الاسطوانة الوسطى يدور مع دوران الاسطوانة وتمر عليه خصل القطن.

جدول 10-3: الأقطار المستخدمة لأسطوانات السحب العلوية والسفلية

الاسطوانات السفلية	خلفية	متوسطة	أمامية	قطر الاسطوانة (mm)
(25-25-25)	27	25	27	آلات تقليدية
(27-27-27)	30	27	30	آلات حديثة
(30-27-30)	32	27	32	

شكل 10-10: أبعاد اسطوانات جهاز السحب

10-2-1-3- منظفات اسطوانات االسحب (Drafting Roller Clearer)

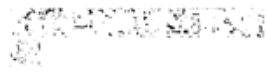
عبارة عن اسطوانات ملبسة بقماش لتنظيف جهاز السحب وتكون إما ثابتة أو دائرة ومركبة بحيث يلامس بعضها سطح سلندرات السحب العلوية (منظفات علوية) و يلامس بعضها الآخر سطح السلندرات السفلية (منظفات سفلية) للحفاظ عليها نظيفة من أي ألياف أو أوساخ عالقة (عوادم المنظفات) لضمان جودة الإنتاج لأن تراكم أي ألياف على سلندرات السحب يتسبب بوجود عيوب في الخيط المنتج. تكون المنظفات الدوارة عبارة عن أسطوانات خشبية ملبسة بالفلانيلا (نسيج صوفي ناعم) وبقطر أكبر من قطر الأسطوانة الرئيسي للآلات التقليدية، يتراوح بين 40-50 مم وبطول مقطع الأسطوانة، وتكون مثبتة على أوتاد حامل الأسطوانة بالنسبة للأسطوانات السفلية وتركب على خطافات على الذراع العلوية بالنسبة للأسطوانات العلوية. تزود آلة الغزل الحلقي الحديثة بأسطوانة دوارة لتنظيف الأسطوانات العلوية والسفلية والسيور باستثناء الأسطوانة السفلية الأمامية، وتسمى الأسطوانة المنظفة المستخدمة للأسطوانة العلوية الأمامية بأسطوانة الكناس، أما تنظيف الأسطوانة الأمامية السفلية فيتم عن طريق وسائل هوائية.

يبين الشكل 10-11 شريط تنظيف مزود بطبقة مطاطية لمنع تجمع الألياف على اسطوانات السحب العلوية ويجب تفقدها من فترة لأخرى لان للحرارة تأثير سلبي عليها وبالإضافة إلى التأثير الناتج عن عدم توازي محاور الاسطوانات العلوية.

شكل 10-11 : شريط تنظيف وتوازي المحاور

10-2-1-4- حامل الأسطوانات (Roller Frame)

إطار داعم مصمم لحمل أجزاء نظام السحب كالأسطوانات السفلية وأدلة الدوران وذراع الضغط (شكل 10-12) ، يثبت الحامل على عارضة الأسطوانات وبمسافات منتظمة حسب الطول العامل للأسطوانة وهو المسافة الخطية بين حامل الأسطوانة وطول مقطع الأسطوانة السفلية المتجاورتين. يصنع الحامل من حديد الصب للآلات التقليدية أو من خلائط الألمنيوم للآلات الحديثة وبزاوية ميلان 30-45 للآلات التقليدية و 60 درجة للآلات الحديثة. يبقى محمل الأسطوانة الأمامية مثبتاً في موقعه على الحامل، أما محامل الأسطوانات الخلفية فهي محمولة على قوس انزلاقي. يمكن تغيير موقع الأسطوانات الخلفية بالنسبة للأمامية عن طريق موقع برغي الضبط في الفتحة بما يتناسب مع طول الألياف المغزولة. يتم ربط محمل الأسطوانة المتوسطة مع محمل الأسطوانة الخلفية ببرغي ضبط ويوجد فتحة توجيه لمحور الحركة الجانبية خلف محمل أسطوانة السحب الخلفية. يحمل محور الحركة الجانبية أدلة الشريط ذات شكل البوق ويتحرك حركة ترددية خلال الفتحة وذلك للاستمرار بتحريك أدلة الشريط على جانبي بكرة الأسطوانة وبالنتيجة يتوزع الاهتراء الذي يسببه السحب نتيجة تدفق الألياف على منطقة أوسع من بكرات الأسطوانة وبالتالي منعا لتشكل قناة على بكرة الأسطوانة اللينة وزيادة عمرها.



شكل 10-12: حامل الأسطوانات

يحمل محور الدعم جمع الأذرع العلوية وهو مركب في فتحة تقع في الخلف في آخر حامل الأسطوانات. في الشكل 10-13 تضغط النوابض الاسطوانية على المحور ومنه على الاسطوانات العلوية وقد يحدث انزياح بسيط للاسطوانة العلوية بالنسبة للاسطوانة السفلية، يجب ملاحظة أن قوى النوابض تحسب بالاعتماد على قانون هوك ويؤخذ ثابت النابض من جداول خاصة وهي قوى غير ثابتة لأنها تتأثر بعدة عوامل كالاهتزازات. المهمة الأساسية للذراع العلوية هي حمل الأسطوانات العلوية بأمان وتوازي دقيق مع الأسطوانات السفلية لتنقل الضغط إلى لأسطوانات السفلية دون احتكاك عالي. يجب أن تعطى الذراع العلوية ضبطاً مسبقاً لتناسب ضبط الأسطوانات العلوية لضمان ثبات الألياف وتوجيهها.

شكل 10-13: ذراع جهاز السحب

يجب أن يكون فتح وإغلاق الذراع سهلاً و لا يؤثر سلبا على مواقع الأسطوانة العلوية مع الأخذ بعين الاعتبار مسار الخيط. يتكون هيكل الذراع العلوية من صفيحة داعمة وإطار ورافعة ضغط بغض النظر عن نوع الهيكل ويتغير الشكل والخصائص من شركة

مصنعة إلى أخرى. تصنع الذراع من صفيحة معدنية ثقيلة للأذرع العلوية ذات نابض الضغط التقليدية، وتستخدم صفائح من الصلب القوي في آلات الغزل الحلقي الحديثة ذات السرعة العالية وهي ذات وزن أخف لتقليل الإجهاد على عارضة الأسطوانات.

شكل 10-14 :عناصر الذراع العلوية (SKF PK225)

شكل 10-15:العناصر العاملة للذراع العلوي الهوائي.

في الشكل 10-14، تحوي عتلة الضغط (1) على قناة عند نهاية الصفيحة الداعمة وتشمل غطاء بمسامير قفل ومجاري توجيه على الإطار لتمنع تراكم الزغبر، لا يوجد فرق كبير في ميزات تصميم العتلة الميكانيكية والهوائية باستثناء مواد التصنيع. إن الضغط باستمرار على العتلة يجعل الأسطوانات العلوية بحالة ضغط وعند رفع العتلة تتحرر الأسطوانات من الضغط مما يمنع الضرر عن الاسطوانات في حال التوقف. يبين شكل (2) الصفيحة الداعمة وهي صفيحة معدنية مستطيلة مدورة الحواف ومزودة بقناة مجوفة وذلك في حالة الذراع العلوي الميكانيكي، وتعمل على حمل الذراع العلوي بأمان على محور دعم من الصلب ذي مقطع دائري مركب على حامل الأسطوانات خلف الأسطوانات السفلية في مضجع المحمل. تزود الصفيحة بثقب دائري قرب نهايته السفلية بقطر أكبر من قطر محور الدعم مما يسمح بالحركة حيث ينزلق الذراع العلوي بسهولة للموقع المطلوب على محور الدعم، يتحرك الذراع العلوي بحرية لكنه يبقى في مكانه عن طريق مسامير الضبط.

تم استبدال الصفيحة مستطيلة الشكل في بعض التصاميم بصفيحة سداسية مقسمة للذراع العلوي الهوائي مما يجعل عملية التركيب والاستبدال للذراع العلوي على محور الدعم أسهل (شكل 10-15). يحدد نظام ضبط أسطوانات السحب الأمامية الارتفاع العمودي بين الأسطوانة العلوية الأمامية والأسطوانة السفلية في حالة التحميل أي مقدار نقل الضغط ولهذا السبب تزود الصفائح بمسمار ضبط ومسمار تثبيت. يتم التثبيت في الموقع المطلوب عن طريق مسمار التثبيت وتتم عملية الضبط هذه يدوياً وبدقة تجنبا لوقوع الخطأ. يسهل مسمار الضبط تغيير الموقع الزاوي للصفيحة بالنسبة إلى محور الدعم مما يضبط ارتفاع الأسطوانة الأمامية عن أسطوانتها السفلية لتغيير الضغط عليها. يحوي الإطار (3) قناة مع فتحة على السطح العلوي وتتناسب عناصر التحميل وقطعها الإضافية بشكل محكم داخل إطار الذراع العلوي مما يبقيهم في حالة توازي محكم وتقارب جيد مع الأسطوانات السفلية. يوجد اختلافات كبيرة في ميزات تصميم إطار الذراع العلوي الميكانيكي والهوائي حسب طريقة العمل، حيث يزود الذراع العلوي الميكانيكي بحامل أسطوانة فردي يركب في فتحة الإطار عن طريق مسمار ضبط ويضمن توضع الأسطوانة على الذراع العلوي في مكانها. يتم تأمين الأسطوانة بموقعها

عن طريق نابض الأسطوانة الثابت ويعطي مجرى التوجيه (الفتحة) المجال للحامل لينزلق ذهابا وإيابا لتغيير ضبط الأسطوانة ليتناسب مع طول الألياف المغزولة، يبقى موقع الأسطوانة الأمامية دون تغيير خلال تغذية المبروم وقد تزود الذراع العلوي بمقياس مدرج بالسم والمم بالتوازي مع مجرى التوجيه.

10-2-1-5- الضغط على اسطوانات السحب

(Pressure on Drafting Roller)

يتم الضغط على كل أسطوانة إما عن طريق وسيلة ميكانيكية، وهي نابض حلزوني (Texparts PK 225)، أو نابض صفائحي (Sussen UT 600) أو ضغط هوائي (Rieter FS 160 P 3.1) عن توليد تيارات هوائية تمر عبر أنابيب خاصة وضواغط هيدروليكية. يستخدم نظام نابض الضغط الحلزوني SKF نظام التحميل بنابض حلزوني، تضغط النوابض على حامل الأسطوانة (وهو على شكل سرج) وبناء على فاعليته، ينتقل الضغط إلى محور الأسطوانة مما يعطي وضعاً غير مباشر لنقل الحمولة. يضغط النابض (وأحيانا اثنين على الأسطوانة الأمامية) الأسطوانة العليا لتضغط على الأسطوانة السفلية، يتم توفير منظومة تحميل خاصة للأسطوانة الأمامية بحيث يمكن تغيير قيمة الضغط ببساطة بمساعدة محدد الضغط اللامركزي عن طريق الذراع بثلاث مراحل ويجب أخذ الدقة في عملية الضبط. يستخدم نابض التحميل الرقيق في الذراع العلوي SUESSEN (UT) وهو نابض مرن من الصلب مصقول يثبت عند حافة التوجيه الأمامية ليشكل صفيحة. يطبق النابض الضغط مباشرة على محور الأسطوانة وتعمل الصفيحة المشكلة كمخمد ضد اهتزاز الأسطوانة عند نقطة التطبيق الذي يحدث عادة عند العمل بسرعة سحب عالية.

يستخدم نظام التحميل الهوائي في آلة Rieter FS 160 P 3.1 ،و يتكون من صفائح من الصلب تركب على أنبوب مستمر سداسي المقطع ويتوضع خلف الأسطوانات ويحتوي على أنبوب الهواء المضغوط المتصل بوحدة ضغط مركزية عن طريق مقياس ضغط. عندما يتم خفض عتلة الضغط، تقوم كامة بحمل إصبع الضغط ليؤثر على أنبوب الضغط وبالتالي فإنه يعمل ضد الهواء ويولد ضغط هوائي و ينتقل هذا

الضغط إلى النقطة المحورية لاثنين من الحوامل المرفقة مع الإطار التي تحمل توابع الأسطوانات العلوية الثلاثة التي يطبق الضغط عليها.

يشكل زوج الحوامل نظام عتلة مزدوجة وتختلف فاعلية نقل الضغط وفقا لموقع الوتد في أحد ثقوب مع الإطار في الشكل 10-15. يختلف الضغط الموزع على الأسطوانات بالتوافق مع فاعلية النقل حسب النقطة المحورية كون الوتد يعمل كمحور عند نقطة تقاطع الحامل مع الإطار. يأتي ضغط الهواء بكامله من خرطوم الضغط ويؤثر على كامل ذراع الضغط ويطبق بقوة أكبر على الأسطوانة الخلفية أو على أسطوانتين أماميتين حسب موقع الوتد. يمكن أيضا أن يوزع الضغط بشكل مختلف بين الأسطوانتين الأماميتين عن طريق وتد ثاني و يربط هذا الوتد الحوامل معا عن طريق ثقوبها المتراكبة ويمثل محور للأسطوانات الأمامية. يزيد الربط عن طريق الثقب الأول ضغط الأسطوانة الأمامية و يكون الربط عن طريق الثقب الثالث للأسطوانة الوسطى.

تعطى إعدادات ضبط التحميل المعتمدة للألياف قصيرة التيلة ومتوسطة التيلة وطويلة التيلة في الشكل 10-15 (b). ويضمن هذا التصميم سهولة وسرعة في خفض الضغط للحد الأدنى في حال توقف الجهاز و يضمن التناسب مع الأسطوانة السفلية حيث يتوقف التأثير على تغطية الأسطوانة أثناء التوقف الطويل للعمليات مع منع الأسطوانة من الانحراف. يضمن ضغط الهواء الثابت جودة واحدة للخيوط المنتجة ويمكن استخدام هذا النظام لمجال من أطوال الألياف عن طريق تبديل الجلبة وموقع الوتد. يمكن تغيير كامل ضغط نظام السحب عن طريق تغيير ضغط الهواء المضغوط من خلال تعيير صمام، تقرأ قيمة الضغط مباشرة عن طريق مقياس الضغط المزود بخط تزويد الهواء ويؤمن عملية ضبط الضغط بسيطة ودقيقة وسريعة للغاية نظرا للنظام المركزي المستخدم لتغيير ضغط الهواء.

يزود الذراع العلوي الهوائي بمثبتات الأسطوانات الأمامية والوسطى ومثبتات الأسطوانة الخلفية و يمكن تغيير مواقع مثبتات الأسطوانات الوسطى والخلفية على مجرى التوجيه. يزود كلا الحاملين على السطح بثلاث ثقوب متساوية، يوسع الحامل عن طريق جمع سرجين ومطابقة الثقوب وإدخال وتد في أحد الثقوب وفقا للمطلوب. يعتبر الوتد نقطة محورية للأسطوانة الأمامية والخلفية ويتم وصلهم مع الإطار عبر وتد ثاني

يتم إدخاله في أحد الثقوب حيث تصبح نقطة الاتصال هذه نقطة محورية بين الأسطوانة الخلفية ومجموعة من الأسطوانات الأمامية (أسطوانات أمامية ومتوسطة علوية).

10-2-1-6- قيادة نظام السحب (Driving of Drafting System)

يتم التحكم بمحركات جهاز السحب بواسطة انفرترات حيث السلندران الخلفي و المتوسط لهما محرك والسلندر الأمامي له محرك، أي محركان لكل نظام سحب مما يؤمن سهولة في عملية السحب و سهولة في تغيير المدخلات. يمكن أن تعمل كل أنظمة السحب في الآلة أو تتوقف بشكل منفرد أي بدء التشغيل يتم على مراحل على التتالي و ليس دفعة واحدة أي أنها تتميز بالإقلاع المرن.

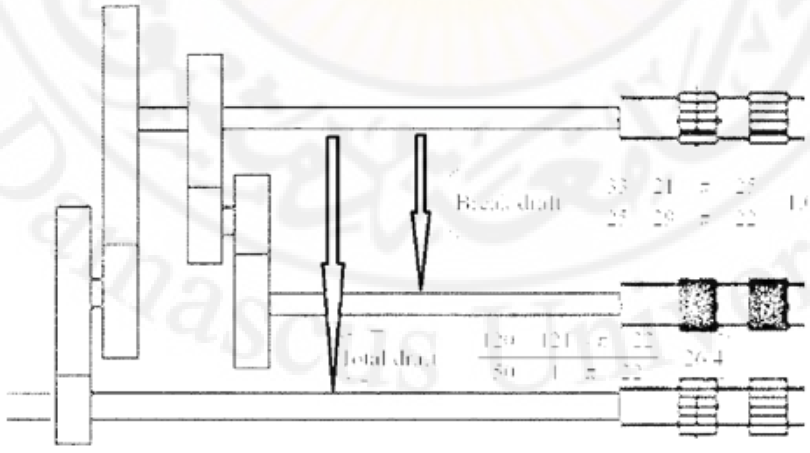
بفرض أن نمرة الخيط المطلوب 40 انكليزية على البكرة والانكماش الناتج عن البرم هو 5 % سيكون نمرة الخيط على الاسطوانة الأولى هو (42 = 1.05× 40) بالتالي سيكون السحب الكلي اللازم للحصول على خيط نمرة 40 انكليزية من مبروم نمرة 0.8 انكليزية هو : السحب الكلي = (42÷0.8) =52.5 كما يبين الشكل 10-16.

إذا كان ثابت السحب (DCP=120) هو

$$c_{\mathrm{d}} = \frac{120 \times 121 \times \pi \times 22}{1 \times 11 \times \pi \times 22} = 1320$$

سيكون مسنن تغيير السحب لهذه الفرضية هو :

$$\mathrm{DCW} = \frac{c_{\mathrm{d}}}{d} = \frac{1320}{52.5} = 25.15 \approx 25\ \mathrm{T}$$



شكل 10-16:قيادة ميكانيكية لجهاز السحب

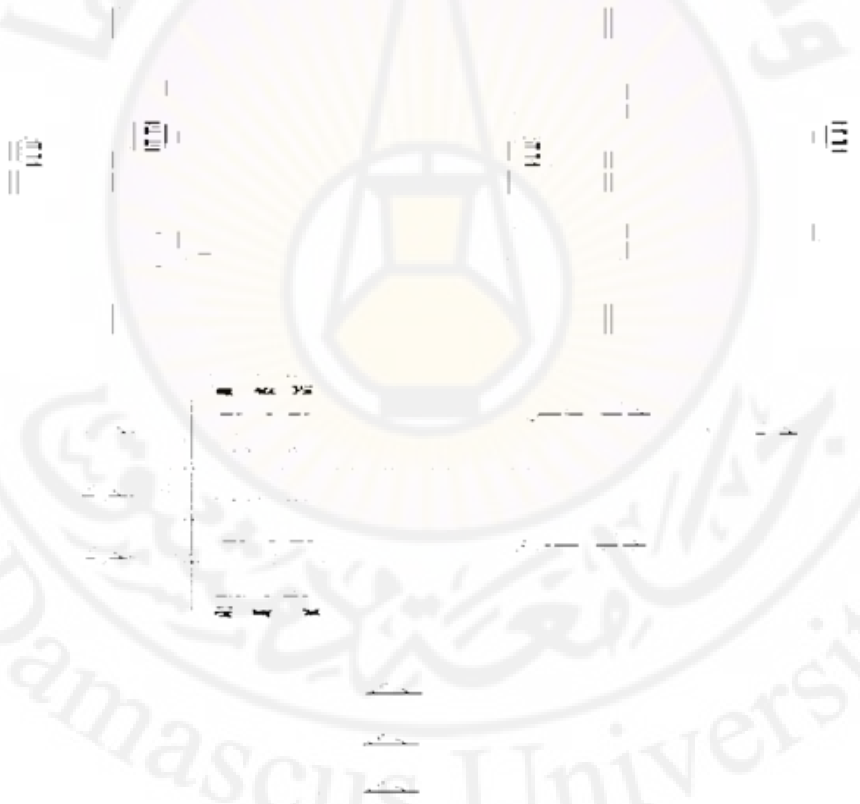
بسبب عدم توفر خيارات واسعة للمسننات الملحقة بالات الغزل التقليدية (علب السرعة – المسننات) سيؤدي إلى اختلافات بسيطة للنسب، أي أن استخدام مسنن 25 بدل المسنن المحسوب 25.15 لعدم وجود مسنن 25.15 سينتج عنه اختلاف في نسبة السحب وبالتالي ستكون نسبة السحب الفعلية هي 52.8 بدل 52.5 وبالتالي النمرة الفعلية ستكون 40.31 بدل النمرة 40 انكليزية.

وجود سلسلة طويلة من المسننات يزيد من القدرة اللازمة للتشغيل ويزيد من تكاليف الصيانة، بالإضافة إلى محدودية مسننات التغيير ومدى تناسبها مع نمرة الخيط المطلوبة ومقدار البرم المراد وتضييق مجالات نمر الخيوط التي يمكن غزلها ومشاكل الحسابات الرياضية المتعلقة بنسب السحب ومتطلباتها الميكانيكية والزمن اللازم لذلك والأخطاء البشرية التي يحتمل حدوثها أثناء التغيير، وبالتالي محركات السيرفو هي أحد خيارات قيادة جهاز السحب في الآلات الحديثة لحل هذا الإشكال كما في الشكل 10-17.

شكل 10-17: مقارنة أنظمة قيادة أجهزة السحب

ومن هنا دعت الحاجة لاستخدام المحركات المستقلة للاسطوانات على آلات الغزل الحلقي، تتوضع المحركات على طرفي الآلة واحد ببداية الآلة والأخر بنهايتها (شكل

10-18). كل محرك يحرك نصف عدد المغازل (800 مغزل في Rieter G 35) وبالتالي يحقق عدم انحناء الاسطوانة تحت تأثير العزم. المحركات التزامنية تقاد ويتحكم بها عن طريق مبدلات تردد وبالتالي يمكن تغيير سرعة العمود الرئيسي ونسبة السحب الخلفية بتغيير سرعة المحرك مباشرة عن طريق لوحة تحكم باللمس وبالتالي لا حاجة للحسابات الميكانيكية الرياضية ويقوم النظام بالتحكم في السرع لتحقيق نسبة السحب المطلوبة وبدقة. في الشكل 10-18 يتم تحريك كل من الاسطوانات الأمامية والمتوسطة والخلفية بمحركات مستقلة لكل منها ويقوم كل محرك والانفرتر الموصول به بتغيير سرعة الاسطوانات حسب كمية السحب المطلوبة للحصول على النمرة والبرمات المطلوبة للخيط.



شكل 10-18: نظام قيادة الحركة في أجهزة السحب الحديثة

يقوم جهاز الـ PLC (Programmable Logical Control) الموجود بالآلة بإعطاء أمر التغير بالسرعة للانفرتر حسب أمر التشغيل المعطى للآلة الخاص بخطة الإنتاج ونسب السحب المطلوبة. تتطلب أجهزة التحكم المبرمجة زيادة الاستثمار الأولي وكذلك صيانة متطورة وتجهيزات مرقبة وتحكم بالتردد الخاص بالطاقة و تنصيب نظام كفاءة التبريد نتيجة ارتفاع درجة الحرارة ونقل تقلبات السرعة إلى الدبلة مما يؤثر على عمرها الافتراضي، ولكن يبقى هذا النظام ذا كفاءة عالية والأفضل حتى الآن (شكل 10-19).



شكل 10-19: أنظمة المراقبة والتصحيح

10-2-2- شفاط الأطراف المقطوعة (Brocken End Suction Unit)

يوجد في ماكينات الغزل ماسورة تحت السلندرات السفلية الأمامية وتمتد بطول آلة الغزل وموصولة بصندوق شفط العوادم الموجود في طرف الآلة. تزويد كل رأس بنابض تحميل محزز منفصل بحيث يضغط على كل أسطوانة أمامية سفلية ويوجه الألياف البارزة بعيدا عن منطقة مسك الأسطوانة الأمامية في حال حدوث قطع عند أي رأس (شكل 10-20). عند انقطاع أحد الخيوط تشفط الألياف الخارجة من السلندرات الأمامية داخل هذه الماسورة حتى لا تلتف الألياف على السلندرات وتذهب إلى صندوق التجميع وبذلك لا تفقد هذه العوادم (تسمى Pneumafil) التي تعتبر من أفضل العوادم لأن قطنها هو نفسه قطن الخيط (شكل 10-21)، و لذلك فقد صمم نظام الشفط الهوائي خصيصا لجمع هذه الألياف الجيدة بشكل منفصل عن باقي العوادم الناتجة في آلة الغزل

الحلقي وتبذل الجهود دائما في المعامل لتقليل معدل العوادم عن طريق التحكم بمعدل التقطعات. يمكن إعادة استخدام هذه العوادم حتى لنفس المزيج لكن لا يتم إضافتها بشكل كامل لأن الضرب الزائد للألياف الطويلة والمتفتحة في خط الفتح والتنظيف يؤدي إلى زيادة عدم انتظامية الخيط بالإضافة إلى زيادة التكلفة، تكون نسبة مزج العوادم قليلة عند غزل النمر الناعمة وكبيرة بالنسبة للنمر الغليظة.

شكل 10-20: شفاط الأطراف المقطوعة

شكل 10-21: نظام شفط لكل مردن

يوضح الشكل 10-22 الرسم التخطيطي لأحد أنظمة الشفط الهوائي المستخدمة في آلة الغزل الحلقي حيث يقوم بجمع للألياف المسحوبة من نهاية منطقة مسك الأسطوانات السفلية الأمامية لكامل آلة الغزل الحلقي لتجمع في صندوق التجميع الذي يتوضع عند نهاية آلة الغزل الحلقي. يتم توليد ضغط الهواء المطلوب عن طريق محرك شفط (سحب) ويصل الهواء من خلال شبكة من الأنابيب بين الأسطوانات الأمامية ومروحة شفط.

تجمع الألياف من خلال الأنبوب المتصل بقناة (صندوق) مركزي وتتصل نقطة النهاية لهذا الوعاء بغرفة فصل في نهاية الآلة. يتم فصل الألياف من الهواء عن طريق شاشة (شبكة مخروطية المقطع) ويطلق الهواء في الجو الخارجي ويتم التخلص من عوادم الألياف في صندوق العوادم في قاعدة غرفة نظام الشفط، يتم جمع العوادم يدويا على فترات زمنية منتظمة. تدار مروحة الشفط بواسطة محرك يدور بسرعة ثابتة ضمن الوضع الطبيعي لمعايرات نظام الشفط، وتكون قيم الشفط ثابتة وليس لها علاقة بكثافة تدفق الألياف. يجب أن يكون الضغط ضمن حدود مدروسة لأن زيادة ضغط نظام الشفط يعطي نتائج سلبية ويؤثر سلبا على تشكيل الخيط. تعمل أنابيب شفط الهواء على شفط ألياف الخيط المقطوع حتى لا تتطاير هذه الألياف على الخيوط المجاورة مسببة عدم انتظاميتها وتقطعها.



شكل 10-22 :أنظمة شفط هوائي للمبروم المسحوب المقطوع

تم تجهيز آلات الغزل الحلقي الحديثة ذات السرعة العالية بمحرك شفط مدار الكترونيا (شكل 10-23)، حيث يتم تعيين ضغط السحب من خلال تغيير سرعة المحرك ليتوافق مع تدفق الألياف المتوقع من خلال النظام و البيانات المدخلة للآلة. يتم مراقبة الضغط باستمرار عن طريق مقياس تصحيح الضغط، ويتم ربط ردود فعل البيانات والمحول الخاص بتنظيم السرعة مما يقلل استهلاك الطاقة ويمنع فقدان الألياف الجيدة

إلى حد كبير. يعد التحكم بالعوادم من أهم خصائص الآلات الحديثة العاملة بسرع عالية على الرغم من التكلفة الإضافية لنظام مراقبة وجمع العوادم والمرتبط بنظام التحكم و الانفرتر.

شكل 10-23: نظام المراقبة والتحكم بجهاز الشفط

يبين الشكل 10-24 مثال عن أجهزة شفط الغبار الحديثة وهو نظام نفخ وشفط في آلة الغزل الحلقي، مواصفات النظام هنا هي طاقة (3kW)، ونسبة الجريان (5000 m ^{3}/h)، وسرعة الهواء بالفوهات (50 m/s). هناك العديد من الأنابيب بعضها على الأرض واحد أو اثنان منها تعمل للنفخ والأنابيب الأخرى تعمل على سحب المادة التي نفخت للأسفل على الأرض، تثبت أنابيب النفخ على عدة ارتفاعات وتوجه فتحات النفخ على أجزاء الآلة. عندما تستخدم أنظمة الشفط فلابد من استخدام الفلاتر ومنظفات الفلاتر، تلحق صناديق جمع العوادم بنظام الشفط المركزي عن طريق وصلها بالضاغط الهوائي. تتحرك منظفات الدبل لنهاية العربة حيث صندوق جمع العوادم المستخلصة من الفلتر بالإضافة إلى تطبيق أدوات تنظيف للآلات (Wonder Cleaner of Marzoli). يبين الشكل 10-25 نظام التهوية في المعمل حيث يساهم الهواء المغذى من الفتحات السقفية على بقاء الغبار بالأسفل ليتم سحبه من الفتحات الأرضية التي تشكل احد أهم مكونات نظام التهوية في هذه الحالة وتكون أبعادها صغيرة بحيث لا يدخل بها أجسام كبيرة كورق أو قطن أو مواسير أو ما شابه.



شكل 10-24 :توضع نظام النفخ والشفط بالة الغزل الحلقي

شكل 10-25: نظام التهوية والشفط الأرضي في مصانع الغزل

10-2-3- جهاز البرم (Twisting device)

تشكل الدبلة و الحلقة (Traveler and Ring) والمردن (Spindle) والعربة حاملة الحلق (Rings Rail) جهاز اللف لذي يقوم بلف الطول الناتج عن سلندرات التوريد على جسم الماسورة المتشكلة (شكل 10-26)، وقبل ذلك يجب أن تضاف البرمات المطلوبة للخيط، يتألف جهاز البرم في الغزل الحلقي من سلندرات التغذية لجهاز السحب (Delivery Rollers) والدبلة (Traveler) والحلقة (Ring) و المردن (Spindle). تحسب عدد البرمات في المتر للخيط بقسمة عدد دورات المردن بالدقيقة إلى سرعة توريد الخيط الخطية (متر بالدقيقة) و يعطى معامل البرم بالعلاقة التالية:

$$TM = \tan\alpha/(4\pi\delta/1000)^{1/2}$$

حيث (α) زاوية البرم و (δ) المعامل الحجمي ($m^{-3}.g$)

شكل 10-26:نظام البرم

يبين الجدول 10-4 البرم اللازم إضافته للخيط حسب القماش المطلوب، كالأقمشة المنسوجة والمحاكة وأقمشة المفروشات والألبسة وغيرها.

جدول 10-4: البرم اللازم إضافته للخيط حسب القماش المطلوب

10-2-3-1- الحلقة (Ring)

عبارة عن اسطوانة معدنية مفرغة مثبتة على العربة من حافتها السفلى وتتحرك الدبلة على حافتها العلوية. يجب أن تكون معالجة حراريا لتتحمل الاحتكاك الناتج عن احتكاك الحلقة ويمكن أن يتم التزييت لمقاومة الاحتكاك بواسطة خزان زيت ومضخة وقد يتم ذلك بشكل طبيعي نتيجة الألياف المتساقطة بين الحلقة والدبلة وانصهار الشمع المحتوى بها نتيجة الحرارة الناتجة عن الاحتكاك.

أنواع الحلقات في الآلات الحديثة هي (Anti-wedge، SU ، Orbit ، Sintered ،Rotating)، يبين الشكل 10-27 أنواع وأشكال الحلقات ومقاطعها وحواملها.



شكل 10-27 : أنواع وأشكال الحلقات ومقاطعها وحواملها

وتصنع الحلقات من خلائط فولاذ كربوني عالية ومطلية بنتريد الكربون (Carbon-Nitride). وهناك مواد تغطية سطحية للحلقة مثل الاكاسيد النتريدات والكروم القاسي والنيكل ومواد سيراميكية ويتراوح عرضها من 3.2 (نوع 1) و3.7 (نوع 2) إلى 4.1 (نوع 3) ملم. لتقليل الضغط السطحي على قمة الحلقة، يمكن استخدام حلقات الدعم والتي تساعد على تخفيض ارتفاع الطوق كما في الشكل 10-28 و بالتالي تخفيض القوى المؤثرة.



شكل 10-28: استخدام حلقات الدعم

10-2-3-2- الدبلة (Traveler)

عبارة عن جزء معدني مصنع من الحديد الصلب القاسي والمعالج حراريا و تتوضع على الحلقة التي تعتبر بمثابة قاعدة ارتكاز بالنسبة لها بحيث تتحرك الدبلة نتيجة لحركة الماسورة المركبة على المردن، ويكون الخيط هو صلة الوصل و الذي يتم لفه على محيط الماسورة بعد إضافة البرمات تبعا لحركة المردن الدورانية. تحدد أبعاد ووزن الدبلة حسب نمرة الخيط الواجب غزله فالدبلة الخفيفة تسبب شداً قليلاً على الخيط عند لفه مؤديا لرخاوة في لف البكرة والشد الزائد سيؤدي لزيادة في التقطعات والغبار وعدم انتظامية اللف ويجرّح الخيط وتتغير سماكة مقطعه.

يجب أن تتحمل الدبل الاحتكاك و يكون لها شكل قطع ناقص أو حرف C ولها مقاطع مختلفة تتعلق بنوعية الغزل وعملية الدوران والأداء والعمر الزمني، أهم أنواعها كما يبين الشكل 10-29 هي (ORBIT، N، Elliptical، Oval ،Flat ،C Shape). تصنع الدبل من الفولاذ وسبائك النحاس و هناك دبل تصنع من النايلون، يمكن أن تجرى عملية طلاء كهربائي للدبلة بالنيكل أو بالسيراميك أو بالفضة أو بالطلاء الكيميائي أو بالمعالجة لسطح الدبلة التي تجريها شركة (Bräcker) بتغطية سطحية لتثبيت ونشر الحرارة وزيادة مقاومة التآكل. خلال التصميم، يجب أن تولد الدبل حرارة واحتكاكاً أقل وأن تكون ذات تبديد حراري سريع وذات مرونة تسمح بالتركيب والحفاظ على الشكل الأصلي وأن تكون مقاومة للاهتراء وأن تكون قساوة الدبلة أقل من قساوة الحلقة.

تعطى سرعة اللف($V_{wind-on}$) كجداء بين محيط البكرة ($\pi\ d_{wind-on}$) والفرق بين سرعتي المردن والدبلة($n_{bobbin} - n_{traveller}$):

$$V_{wind-on} = \pi d_{wind-on} \times (n_{bobbin} - n_{traveller})$$

f للقطن، dr غزل قطني رفيع وغزل صنعي وممزوج، udr غزل قطني وممزوج
fr ألياف الاكريليك والألياف الدقيقة وثنائية التكوين
drh للفسكوز والبوليستر، r للصوف والزوي.

شكل 10-29: أنواع الدبل

يلحق بالآلات الحديثة منظفات الدبل كما يبين الشكل 10-30 والتي هي عبارة عن قطع معدنية صغيرة مثبتة ببرغي صغير على مسافة قريبة من فلانجة الحلقة، عند مرور الدبلة المحملة بالألياف بالقرب من منظف الدبلة فإن هذه الألياف تطير من الدبلة بتأثير القوة الطاردة المركزية الواقعة عليها وتلتصق بالمنظف لقرب المسافة بين الدبلة والمنظف. عدم وجود منظفات الدبل يؤدي إلى تراكم الألياف المتطايرة باستمرار على الدبلة مما يسبب عدم اتزان للدبلة و زيادة وزن مما ينعكس على عمرها، و كما تسبب الزيادة في وزن الدبلة أيضاً إلى عدم تساوي التآكل على فلانجة الحلقة وكذلك إلى

اختلاف شد البالون. مسافة ضبط منظف الدبل (a) هي عبارة عن المسافة العمودية بين مماس الدبلة ومماس منظف الدبلة الموازي له هذه المسافة تقل كلما زادت نمرة الخيط.



شكل 10-30: منظف الدبلة

10-2-3-3- المردن (Spindle)

يعد ظهور المغزل الصوفي الآلي على يد ادموند كارترايتس في عام 1785 ميلادية ثورة في عالم النسيج. المردن هو عبارة عن عمود معدني (الشكل 10-31) وهو مركب على مضاجع رولمانات مع وجود نظام تشحيم مستمر من أجل تسهيل الحركة الدورانية حول محوره المركزي. يعتبر من أهم أجزاء آلة الغزل الحلقي ويشكل المردن العنصر الرئيسي في مجموعة اللف والبرم لآلة الغزل الحلقي وله عدة تصاميم ووصل عدد المرادن في بعض الآلات الحديثة حتى 1864 مردن. يتألف المردن من ثلاث أجزاء رئيسية وهي:

- الجزء العلوي وفيه عمود المغزل المصنع من الفولاذ ($H_{RC} = 62$)
- الجزء الأوسط الذي يحوي بكرة مصنوعة من الفونت أو الألمنيوم لتلقي الحركة .
- الجزء السفلي وهو الجزء الذي يثبت المغزل في نقاط ارتكازه ويكون مخروطي الشكل ليساعد على رفع الزيت لتزييت نقاط الارتكاز العلوية.



شكل 10-31 :المردن

اهتزاز المرادن (المغازل) هو احد واهم أسباب تقطع الخيوط، وينتج الاهتزاز عن عدم توازن عمود المغزل أو القاعدة وعدم توضع البكرة على المغزل بشكل صحيح. يجب أن تحقق المغازل شرط التوازن الذاتي خلال الدوران عن طريق توزع الكتل بشكل مناسب. تعطى أبعاد المغازل من الشركات الصانعة بما يتوافق مع نوع الخيط وعدد دورات المغزل حيث يدرج نوع المغزل الخاص مع أبعاده. يتم تصميم مرادن آلة الغزل على أساس صلابة الفتل (مثل المحاور المستقيمة)، فعلى سبيل المثال و بافتراض أن معامل مرونة المادة المصنوع منها المحور هي (G) ويساوي 79300 نيوتن بالمتر المربع وزاوية الفتل المسموح بها لواحدة الطول من المحور 3 درجات بالمتر والمسافة بين الانحناءات (l) تساوي 600 ملم، وهو الطول للمحور الذي يأخذ عنده موضع أقصى انحناء ونتيجة لذلك يأخذ أيضا أقصى حد للانحناء، تحسب زاوية الفتل الكلية باستخدام المعادلة:

$$\theta = 3 \times 600 \times 10^{-3} = 1.8\,^{\circ}$$

و يحسب نصف القطر من المعادلة :

$$d^4 = \frac{584\ M_t.l}{G.\theta} = \frac{584 \times 238732.41 \times 600}{79300 \times 1.8} = 586043.41$$

$$d = 27.67\ mm$$

وإذا كان كانت زاوية الفتل المسموح بها لواحدة الطول هو 0.25 درجة بالمتر، فإن نصف قطر المحور يكون 51.50 ملم. تستخدم الفرامل المحورية المزدوجة (Pivoted double block brake) لإيقاف المردن لفك الخيط في آلة الغزل الحلقي (شكل 10-32). ولابد من الإشارة هنا إلى أنه بزيادة عدد برمات المغزل يزاد الشد على الخيط حيث يزداد مستوى الشد على الألياف بشكل كبير عند زيادة السرعة من 1000 إلى 24000 دورة بالدقيقة (شكل 10-33).

شكل 10-32: فرملة المردن

شكل 10-33: العلاقة بين مستوى الشد على الألياف والسرعة

هناك علاقة تجريبية (للباحث سوكولوف) تعطي عدد دورات المردن (n) في الدقيقة اعتمادا على معرفة نمرة الخيط (T) تكس وقطر الحلقة (D_r) ملم:

$$n = \frac{26000\sqrt{\frac{1000}{T}}}{\sqrt{D_r}} \quad [rpm]$$

يبين الجدول 10-5 مقارنة تكنولوجية بين أنظمة الغزل من حيث عدد البرمات وسرعة التغذية:

جدول 10-5: مقارنة تكنولوجية بين أنظمة الغزل

Spinning system	Actual twist-insertion rate per minute	System limited by:		Delivery speed m/min
		Twist-insertion rate	Drafting and fiber-transport speed	
Ring	15,000–25,000	Yes	No	20–30
Wrap	25,000–35,000	Yes	No	20–100
Rotor	80,000–150,000	Yes	Partly	100–300
Air-jet	150,000–250,000	No	Yes	150–450
Friction	200,000–300,000	No	Yes	150–400

10-2-3-4- دليل الخيط (Yarn Guide)

يجب أن يكون مركز فتحة دليل الخيط فوق مركز المردن تماما، ويتم ذلك عن طريق ضبط معين باستخدام أدوات خاصة وتكون مقدمة السلك المعدني المكون لدليل الخيط مثنية بشكل يساعد تكوين فتحة مرور الخيط، وفي نفس الوقت يوجد له طرف ممتد مع وجود فتحة جانبية تساعد في عملية ضم الخيط. كان هذا الدليل في ماكينات الغزل الحلقي القديمة مثبت بعربة الحلق، بحيث يتحرك معها باستمرار لتثبيت ارتفاع البالون ليكون الشد ثابتا بقدر الإمكان وبذلك يمكن رفع سرعة المرادن الدورانية.

لكن مع ظهور حلقات التحكم بالبالون فقد أصبح دليل الخيط ثابتا لا يتحرك رأسيا وهناك الأدلة القابلة للطي والتي تحقق انزياحاً أفقياً وعمودياً كما يبين الشكل 10-34. يبين الشكل 10-35 العلاقة بين الشد الناتج عن عملية الغزل وقوة شد البالون ومحصلة القوى (N) الناتجة عن عملية البرم والاحتكاك والمؤثرة بمجموعها على الدليل وعلاقتها بالزاوية المتشكلة الناتجة بين الخيط والأفق عند نقطة التماس مع الدليل.

شكل 10-34: دليل الخيط



شكل 10-35: علاقة الشد الناتج عن عملية الغزل وقوة شد البالون ومحصلة القوى

10-2-3-5- بالون الغزل (Spinning Balloon)

عند دوران الدبلة على الحلقة بسرعة دورانية معينة، يظهر شد في الخيط نتيجة مقاومة القوة الطاردة المركزية. هذا الشد يتركز في شدين أحدهما عند دليل الخيط والآخر عند الدبلة ومعنى ذلك أن بالون الغزل في حالة اتزان تحت تأثير ثلاث قوى وهي القوة الطاردة المركزية المسببة لانحناء الخيط إلى الخارج (منحني جيبي) وشد في الخيط عند دليل الخيط و شد آخر في الخيط عند الدبلة. فينشأ البالون بسبب وجود القوة الطاردة المركزية التي تعمل على موازنة للشد الذي ينشأ في الخيط بين البوبينة والدبلة.

حلقات التحكم في البالون: هي عبارة عن حلقات دائرية ناعمة السطح يدور البالون بداخلها حيث ينقسم البالون إلى بالونين إذا استخدم حلقة واحدة وإلى ثلاث بالونات إذا استخدم حلقتين، تقوم الحلقات بتجزئة البالون إلى عدة بالونات ذات ارتفاعات أقل بكثير من ارتفاع البالون الأصلي مما يكون له انعكاس مباشر على تخفيض قيمة الشد في الخيط لأن القوة الطاردة المركزية تتناسب مع حجم البالون ويمكن بذلك تخفيض الشد في الخيط بنسبة قد تصل إلى الثلث من القوة الأصلية (شكل 10-36)، وبالتالي تمكن حلقات التحكم (كاسر) البالون من زيادة سرعة المردن دون زيادة شد البالون وبذلك يمكن استخدام سرعات عالية تعمل على زيادة الإنتاجية.

وجد أنه يكون قطر البالون مؤثراً إذا كان أصغر من قطر الحلقة التي تتحرك عليها الدبلة ولكن يسبب ذلك صعوبة عند عملية تقليع البوبينات بعد امتلائها بالخيط، ولذلك فإنه من الناحية العملية تستخدم حلقة واحدة فقط بقطر أكبر بحوالي 15% من قطر حلقة الدبلة مما يسمح بعملية تقليع البوبينات بعد امتلائها دون صعوبة. توجد فتحة في أحد جانبي الحلقة لتسهيل عملية ضم الخيط بها وتناسب اتجاه دوراني واحد فقط للمردن، فإذا تغيّر اتجاه دوران المردن فإن الحلقة المستخدمة في الحالة الأولى لابدّ أن يعكس اتجاهها حتى لا يخرج الخيط منها أثناء التشغيل. يتولد بين حلقات التحكم في البالون وبين الخيط قوة احتكاك وهي تماثل في التأثير قوة الاحتكاك المتولدة نتيجة مقاومة الهواء للبالون أثناء دورانه.



شكل 10-36: تأثير حلقات التحكم في البالون على قوة الشد

من عيوب حلقات التحكم في البالون أنه إذا حدث قطع لأي خيط فإنه تحت تأثير القوة الطاردة المركزية يتشابك مع الخيط المجاور ويتسبب في قطعه والأخير يتسبب في قطع خيط آخر ثالث مجاور له أيضاً، فيحدث انقطاع عدة خيوط متجاورة على آلة الغزل الحلقي، ولتفادي هذا العيب تستخدم فواصل البالون (شكل 10-37) لمنع تشابك الخيوط عند انقطاعها أثناء التشغيل. يكون هناك احتكاك بين فواصل البالون والخيوط أثناء دورانها وأشارت بعض الدراسات إلى أن هذا الاحتكاك يسيء إلى جودة الخيط المنتج. ولذلك فإن بعض الدراسات لا تفضل استخدام فواصل البالون على ماكينات الغزل الحلقي، وتفضل استخدام ماكينات غزل حلقي ذات عدد مرادن أقل، أي أن المسافات بين مراكز الحلق (المرادن) تكون كبيرة لإعطاء الفراغ الكافي لدوران البالون دون اصطدام الخيوط ببعضها. يوجد عدة أنواع من الفواصل نذكر منها فواصل مثبتة بقلاووظ على قضيب معدني متصل مع عربة الحلق اتصالاً مفصلياً و فواصل بالون معلقة وهي تعمل كفواصل بطول البالون كاملاً وفواصل بالون تعمل كفواصل للجزء السفلي من البالون فقط مثل (High Speed Wind Shield).



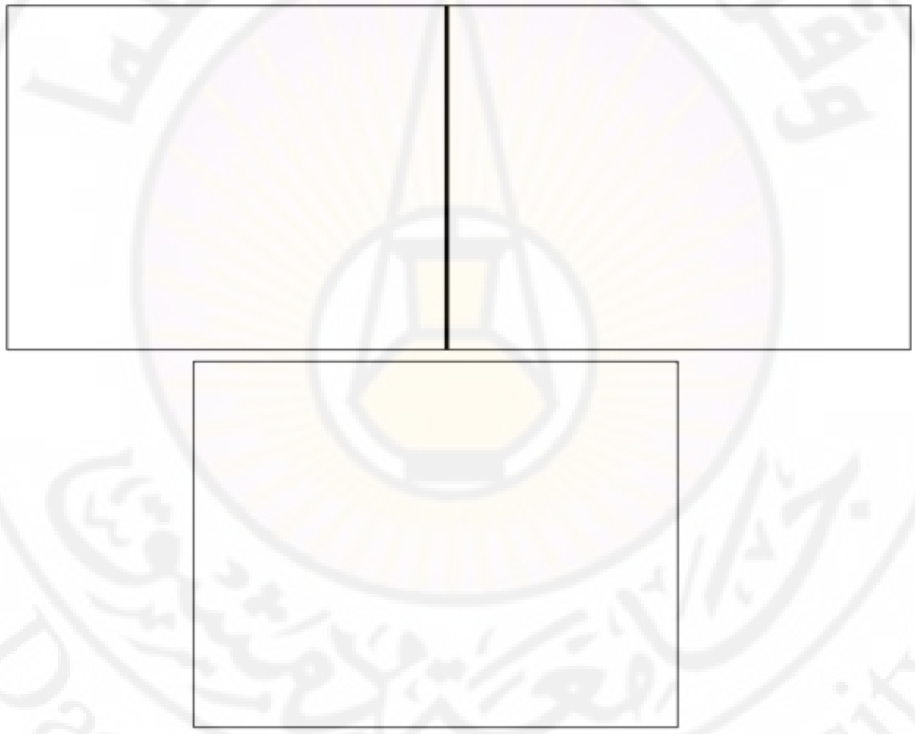
شكل 10-37: كاسر البالون

10-2-4- لوحة التحكم في آلات الغزل الحديثة
(Control Unit in Modern Spinning Machine)

يتم تغيير النمرة و البرم واتجاه البرم (من S إلى Z أو العكس) من لوحة التحكم بالآلة التي تخزن عدة أوامر إنتاج (وجبات) أو تغيير مجموعة مواصفات لوجبات مختلفة بكل المعطيات الأولية المطلوبة. يمكن طبع أو نقل الإعدادات بسهولة من آلة لأخرى مما يؤمن تعيير الآلة على الإعدادات الجديدة لنمرة مختلفة أو خامات مختلفة بكل سهولة و يسر و سرعة و بوثوقية عالية. تكون العملية كلها مراقبة بشكل كامل و مستمر بحاسوب الآلة أو لوحة التحكم للآلة لكل موضع من مواضع الآلة وكمثال عليه التحكم بسرعة المردن أثناء تشكيل البكرة. تؤمن لوحة المراقبة المطورة للآلات الحديثة والمزودة ببرنامج زمني يوضح مهام عامل الإنتاج والصيانة في خدمة وصيانة الآلة. يمكن عن

طريق لوحة التحكم تغيير جهة البرم أو عدد برمات الخيط عن طريق برنامج يستوعب حتى 18 حالة مختلفة من إعدادات الآلة التي يمكن استرجاعها عند الضرورة لإعادة إنتاج خيوط بمواصفات معينة مما يختصر الزمن اللازم لإعادة ضبط الآلة.

يظهر على لوحة التحكم (شكل 10-38) زمن توقف الآلة بين وجبتين وموعد انتهاء الوجبة العامل و موعد أعمال الصيانة اللازمة للآلة حسب تعليمات التشغيل و مراقبة ومعايرة وظائف الآلة وعمل نظام نزع وتحميل المواسير وعمل جهاز التنظيف السيّار والنمرة وكمية السحب وعدد البرمات بالإضافة إلى مطال العربة ونسبة تشغيل الماسورة والانتفاع والزمن المتبقي لانتهاء الماسورة وسرعة المغازل.



شكل 10-38: شاشة عرض خاصة بلوحة التحكم

يبين الشكل 10-39 نظام تحكم من شركة سيمنس لآلة غزل حلقي حيث يتم التحكم بمحرك خاص بدليل الخيط وآخر خاص بالمغازل ومحرك خاص بالتحكم بالبالون ومحركات جهاز السحب وربطها مع شبكة تحكم وإمكانية قيادتها عن طريق الشبكة.

شكل 10-39: نظام تحكم من شركة سيمنس لآلة غزل حلقي

من أهم مميزات الآلات الحديثة هو برنامج الصيانة داخل نظام التحكم، عند حدوث عطل ما يتم إظهاره وتعرض الإجراءات الواجب إتباعها بشكل نصي ومصور مما يسهل عملية الإصلاح و يسرعها عن طريق رسالة معلومات عن نوع و مكان الصيانة المراد عملها على الآلة كما أنه يذكر بالمواعيد الضرورية لعمل الصيانة الدورية. **وتوفر الآلات الحديثة نظام مراقبة مصادر الطاقة حيث** يقوم نظام التحكم بمراقبة مصادر الطاقة مما يحقق توفيراً في الطاقة ويتحكم النظام بتبديل مصدر طاقة محرك قيادة المرادن عند حصول انقطاع بالتيار الكهربائي إلى المولدات، حيث يظل يغذي باقي المحركات لتتباطأ سرعتها كما في حال توقيف الآلة الاعتيادي أثناء التشغيل مما يمنع انقطاع الخيوط عند إعادة تشغيل الآلة.

يعمل **برنامج توفير الطاقة لجهاز النفخ والشفط السيّار عن طريق** برمجة دورية بشكل مستقل من لوحة الآلة بالعلاقة مع نوع المادة الأولية، وكثافة الزغبار المتطاير، ونمرة الخيط.

10-2-5- دارة التبريد المدمجة (Programmable Cooling Unit)

توجه الحرارة الناجمة عن المحركات والانفرترات مباشرة إلى نظام تكييف الهواء عبر مبادلات حرارية داخل الآلة مما يخفف الحمل على نظام التكييف في المعمل و يمنع الحرارة المتولدة من الآلات من الانتشار إلى صالة الغزل. تخفف دارة التبريد المغلقة (شكل 10-40) وبشكل كبير الحمل على نظام التكييف وتؤمن مناخ غزل ثابت على كامل طول الآلة مما يؤثر إيجابا على خصائص التشغيل وجودة الخيط المنتج، يساعد استخدام الانفرترات الموفرة للطاقة على توازن الطاقة.



شكل 10-40: دارة التبريد في آلة الغزل

10-2-6- آلية التخليع الاتوماتيكي للمواسير (Doffing Unit)

أهم المزايا الفنية والتكنولوجية لآلة الغزل الحلقي الحديثة هو تجهيزها بأنظمة ميكانيكية كهربائية الكترونية تحسن من وظائف أجزاء الآلة وترفع من المردود الكمي والنوعي لمرحلة الغزل الحلقي. استخدام العدد ألأعظمي الأمثل للمرادن على آلة الغزل الحلقي هو أحد الطرق الفاعلة لتخفيض كلفة استثمار مشاريع الغزل وللتقليل من تكاليف منتج الغزل، فهذا يخفض من عدد عمال الإنتاج والصيانة ومساحة صالة الغزل وما يتبعه من تخفيض باستهلاك الطاقة الكهربائية اللازمة للتكييف وللإنارة.

يبين الشكل 10-41 طريقة إزالة المواسير يدويا، أن قطع (x) مم من طول الخيط اللازم لعملية تبديل المواسير في كل مردن، يعادل توفير (x) م في كل وجبة لكل 1000 مردن. في حال تنظيفها بأدوات حادة فإن أجزاءً منها سيتطاير ويتوضع على الخيوط المجاورة ليشكل عيوباً تؤدي إما إلى حدوث القطوعات على آلة الغزل الحلقي أو إلى خفض انتظامية الخيط الناتج، أو إلى رفع عدد التوقفات في مرحلة التدوير الأوتوماتيكي.

شكل 10-41: طريقة إزالة المواسير يدويا واليا

بالإضافة إلى التكاليف الأخرى اللازمة لعمليات تنظيف المرادن وأرض الصالة وهذا ما استدعى البحث عن نظام تخليع المواسير الاتوماتيكي (شكل 10-42) ، وقت التخليع يستغرق 1 دقيقة و 40 ثانية، قبل نهاية الوجبة بفترة بسيطة (3 دقائق) يعطى أمر إلى جهاز شفط الهواء للتحرك لجانب الآلة لكي لا يعيق حركة المقلع والعربة وسكة البالونات، يتم إمساك المواسير عن طريق بالونات تنفخ عندما تصبح فوق المواسير . يقوم جهاز الكمبيوتر قبل نهاية الوجبة بـ 3 دقائق بإعطاء أمر إلى محرك المخلع الموجود في منتصف الآلة بالعمل الذي يقوم بإنزال صاج المقطع بواسطة الأذرع (4) مع السكة الموجودة عليها البالونات , حيث يتم تنزيلها لتصبح فوق المواسير الفارغة الموجودة على سكة المخلع (1) (شكل 10-42).

يُعطى أمر من الكمبيوتر إلى دارة الهواء لتقوم بنفخ البالونات و بهذا تمسك البالونات المواسير الفارغة (شكل 10-43), ثم بواسطة المكبس (دفّاش) الموجود على قواعد الآلة (حركته هوائية) يخرج المخلع من مكانه إلى الخارج و يتوضع بجانب الآلة بواسطة ذراع متصل بالمخلع من جهة و المكبس من جهة ثانية . ثم يصعد المخلع بواسطة المحرك الكهربائي (أيضاً بواسطة أذرع متصلة مع المخلع من جهة و مع المحرك من جهة ثانية) تتم عملية صعود المخلع تقريبا إلى مستوى المواسير التي ما زالت تلف الخيط عليها , ثم يُعطى أمر هوائي إلى سكة رأس البوبين التي سوف تركب عليها المواسير الفارغة فتتحرك إلى الخارج و تصبح كل ماسورة فارغة محمولة على المخلع فوق رأس البوبين و حيث تكون كل ماسورة وبدقة على رأس بوبين, ثم يُعطى أمر كهربائي للمحرك من أجل تنزيل المخلع فتنزل كل ماسورة على رأس بوبين ويُعطى أمر هوائي للبالونات بإفراغ الهواء و ترك المواسير . ثم يعطى أمر للمحرك الكهربائي برفع المخلع بواسطة الذراع (4) عن طريق السكة (5) لتصل إلى مستوى المواسير التي لا تزال تلف الخيوط عليها.

بعد ذلك يُعطى أمر هوائي لتعود سكة رأس البوبين إلى مكانها , ينتظر المخلع حتى تنتهي الوجبة بالكامل و عند إعطاء الكمبيوتر الأمر (أي عند انتهاء الوجبة) تتباطأ حركة اللف و يرافق ذلك تباطؤ لحركة السلندرات قليلا حتى لا ينقطع الخيط و يرافق ذلك هبوط العربة مع البالونات إلى أدنى مستوى لها ثم يرتفع دليل الخيط إلى الخلف فوراً , وبذلك يكون الخيط قد أصبح بين الحلقة و العربة ثم يعود المخلع بالتحرك بواسطة المكابس باتجاه المواسير المملوءة بحيث يصبح كل بالون فوق ماسورة مملوءة .



شكل 10-42: جهاز التخليع الأوتوماتيكي للمواسير

يُعطى أمر كهربائي للمحرك بإنزال المخلع إلى المواسير المملوءة لمسافة معينة وبدقة إلى منتصف الماسورة ثم يعطى أمر هوائي لنفخ البالونات فتمسك المواسير المملوءة ثم يأخذ المخلع برفع المواسير المملوءة إلى الأعلى و يتحرك إلى الخارج بواسطة مكابس (دفاشات) الهواء حاملا المواسير المملوءة .

يُعطى أمر كهربائي لإنزال المخلع المحمل بالمواسير المملوءة بشكل مائل إلى جانب سكة رأس البوبين ثم يعطى أمر هوائي للتحرك بحيث تصبح كل ماسورة مملوءة فوق رأس بوبين, ثم يعطى أيضا أمر هوائي من أجل إفراغ الهواء من البالونات و إنزال كل ماسورة فوق رأس بوبين.

يخرج المخلع من مكانه للأعلى ثم يتحرك بشكل مائل حتى يصل إلى أسفل المرادن (فوق سكة التنزيل رأس البوبين الأبيض) ثم يتلقى أمراً هوائياً ليكون كل رأس بوبين أبيض مقابل بالون فيُعطى أمر كهربائي للمخلع لتنزيل المواسير الفارغة و بعد ذلك تنفتح البالونات (أمر هوائي) فتمسك بالمواسير الفارغة ثم يرتفع المخلع إلى أعلى المرادن (أمر كهربائي) حيث يكون المخلع بشكل مائل فيأخذ أمراً هوائياً ليدخل حتى يصل فوق المرادن بشكل عمودي و يصبح فوق كل مردن ماسورة فارغة . ثم يقوم المخلع بأمر كهربائي بوضع المواسير الفارغة لكل مردن , ثم بأمر هوائي آخر يقوم بإفراغ البالونات

من الهواء ثم يرتفع للأعلى فوق المواسير و بعدها يميل و ينزل بشكل مائل إلى فوق المواسير المملوءة، ومن ثم يميل إلى الداخل و يأخذ مكانه، وفي لحظة بداية ارتفاع المخلع للأعلى وابتعاده عن الآلة ترتفع العربة مع كاسر البالون و يعود دليل الخيط إلى وضعه الطبيعي و تدور المرادن من أجل بدء العمل على وجبة جديدة .



شكل 10-43: عملية النزع الأوتوماتيكي للمواسير

تتم عملية التخليع الاتوماتيكي كما يبين الشكل وهنا ننوه للنقاط التالية:

1. حالة الخمول: نظام الخلع في حالة خمول وأثناء بناء طرف الماسورة.

2. عند الانتهاء من بناء الأطراف، يبدأ نظام ذراع بالعمل و يتحرك للخارج مع السكك الحديدية doffer وترتفع الأذرع للأعلى.

3. الإمساك بالماسورة الممتلئة بطرق ميكانيكية أو هوائية حسب الشركة المصنعة، في الشكل تنفخ بالونات لتمسك بالمواسير من داخل النهاية العلوية للماسورة وترتفع لأزالتها عن المران.

4. وضع الماسورة الممتلئة على السكة الخاصة بها ويتم تركها بتفريغ الهواء المضغوط من بالونات القبض الهوائية.

5 ترتفع الذراع وتتحرك مقدار صغير (نصف التباعد بين المغازل) لتمسك بالمواسير الفارغة بنفس طريقة البالونات الهوائية.

6. يمتد نظام الأذرع مرة أخرى، لرفع السكك الحديدية doffer مع مواسير فارغة لتوضع على المران في المكان المناسب. ويعود نظام التخليع إلى الخمول في الأسفل وترتفع سكة الحلق وترتفع حلقات كاسر البالون وتنخفض أدلة الخيط وتبدأ عملية الغزل من جديد.

8. ينتقل السير الناقل المواسير الممتلئة إلى نهاية الآلة ومنها إلى عربات النقل أو نقل مباشرة إلى عملية التدويرات. يجب فحص الأداء مرارا وتكرارا حيث لا يتجاوز زمن التخليع دقيقتين، لا يتطلب النظام بمجمله مراقبة من قبل عمال أو مشرفين أثناء عملية التخليع.

يوجد محرك قيادة آلية التخليع في منتصف الآلة، وأما مقابض مسك المواسير فهي تعمل بواسطة ضغط هوائي دون أن يؤثر الضغط الناتج في عطب سطوحها. بالإضافة إلى أن التصميم الخاص لمقابض الماسورة يحتاج إلى مسافة قصيرة من أعلى الماسورة لمسكها وبالتالي يتسع لكمية إضافية من لفات الخيط في بداية ونهاية اللف بالمقارنة مع آلات أخرى.

تقوم الآلة الحديثة بإزالة المواسير المليئة وتنصيب المواسير الفارغة بمعدل قد يتجاوز 40 ماسورة بالدقيقة بغض النظر عن طول الماسورة وبوثوقية عالية عن طريق حساسات تتحسس المواسير المملوءة لتعطي أمراً لتقترب الأذرع وتمسك بالماسورة المملوءة وترفعها عن طريق سيور وتوجه الماسورة باتجاه الصندوق ، وذلك بوقت مساوي لحركة سكة رأس البوبين ذي الحركة المتقطعة ويقوم بوضع ماسورة فارغة مكان الماسورة المملوءة، يوجد عند الباب الذي تنزل منه المواسير الفارغة طارتان بلاستيكيتان في بعض التصاميم

وعندما تنزل الماسورة تصطدم بهاتين الطارتين فتدور الماسورة وحسب وزنها إلى جهة القاعدة العريضة لأنها الأثقل وتنخفض للأسفل بالشكل الصحيح على سكة رأس البوبين. قطار حامل المواسير SERVOdisc من النوع المفتوح، لذا فسقوط أي من المواسير لا يعيق حركته أو توقفه، ويمكن تبديل قاعدة حامل الماسورة بسهولة بشكل منفصل عن باقي القواعد (شكل 10-44).

شكل 10-44: قطار حامل المواسير

10-2-7- جهاز تحميل المواسير (Tube Reloading Device)

توجد أدلة للتأكد من وضع الماسورة وقاعدتها في الأسفل (شكل 10-45) لإنزالها بالشكل الصحيح على سكة رأس البوبين أي القاعدة العريضة للماسورة للأسفل والقاعدة ذات الفتحة الأقل عرضاً للأعلى. تم تطوير إكسسوارات تلحق بأسفل المردن وتساعد على قطع الخيط وتقليل الجهد اللازم وتقليل الضرر على المغزل وتقليل العوادم. في نظام تخليع المواسير SERVOgrip ومع وضع تاج في النهاية السفلى للمردن على شكل مقطع الأناناس، مثل المقبض حيث يفتح عند تلقي إشارة من حساس الكتروني خلال دوران المغزل ببدء عند انتهاء عملية اللف ويدخل الخيط داخل التاج الذي يطبق عليه ويبقى بداخله عند خلع البكرة ويوفر بذلك آلية لتثبيت بداية الخيط بشكل مؤقت لحين تركيب ماسورة جديدة وإقلاع وجبة جديدة دون الحاجة لالتفاف هذا بداية الخيط حول قاعدة المردن (شكل 10-46). وبالتالي لا حاجة لقطع حلقات الخيط المتشكلة ومشاكلها وبالتالي التقليل من نسب هدر الخيط الجاهز ونسبة الألياف المتطايرة التي تنشأ عن تنظيف تجمع لفات الخيط بأسفل المردن وتوفير بالجهد والوقت اللازم لصيانة وخدمة المرادن.

شكل 10-45: جهاز تحميل المواسير

شكل 10-46: SERVOgrip

10-3- طرق تحريك المغازل (Spindle Driving Systems)

يمكن تدوير المغازل عن طريق المسننات حيث يتعاشق عمود حامل المسنن مع مسنن الغزل وتمتاز بأن معدل إعطاء البرمات هو السرعة الدورانية للمردن مباشرة حيث

لا توجد هنا نسبة انزلاق طالما أن المسننات جيدة ولكنها مرتفعة التكاليف نظراً لتكلفة تصنيع التروس والقدرة المطلوبة العالية نسبياً للتغلب على مقاومة حركة عمود الإدارة و مستوى الضوضاء عالي نظراً لوجود أجسام معدنية متلامسة مع بعضها البعض وحركة الزيت الدورانية حول عمود الإدارة. يتم في بعض الحالات وضع محرك لكل مغزل أو وضع سير ينقل الحركة لكل مغزل، تستخدم هذه الطريقة في المرادن الثقيلة المستخدمة لزوي الألياف الصناعية ولكنها غير اقتصادية أيضا (شكل 10-47). قد يتم إدارة المرادن عن طريق مرور تيار قوي من الهواء في أنبوبة تمر بالقرب من أسفل الركيزة العلوية للمردن والمزودة بأجنحة مروحية مثبتة على عمود المردن. وعند مرور تيار الهواء فإنه يصطدم بهذه الأجنحة فيعمل على تدويرها فيدور المردن، من الناحية العملية هذه الطريقة غير اقتصادية. سنتم دراسة الطرق الأكثر استخداما في الآلات الحديثة وهي طريقة الشريطة وطريقة السير المماس.

شكل 10-47 :إدارة المغازل

10-3-1- أولا: نظام القيادة الرباعي للمغازل أو طريقة الشريطة

يساعد على تخفيض الطاقة واستقرار جودة الغزل حيث يتم قيادة 4 مغازل بسير واحد ضيق ومرن. تتمتع هذه الطريقة بثبات سرعة المرادن على طول الآلة ومهما كان عدد المغازل بالآلة وذلك بفضل القطّاع الزاوي الكبير الذي يحضن به سير نقل الحركة المردن (بزاوية 90°). هذه الوضعية للسير مع المردن (ضمن مجرى صغير 5.18 مم) تخفض إلى حد كبير من انزلاقه و تؤمن ثباتية سرعة المرادن على كامل فترة عمر سير النقل الرباعي للحركة، يتم تحقيق ذلك بفضل وجود عجلات شد مطورة ذاتية العمل والتي تؤمن ضغطاً قليلاً وثابتاً للسير على المردن مهما طال عمر السير، أو توقف أحد المرادن الأربعة (شكل 10-48). تعتبر هذه الطريقة أحد أكثر الحلول الاقتصادية حيث تضمن تدوير المرادن بسرعات ثابتة على كامل طول آلة الغزل. يقلل الشد المنخفض للسير و قطر عجلات إدارة المردن الصغير من الطاقة اللازمة لتشغيله بشكل كبير وكما ذكر فان زاوية الإحاطة لعجلة إدارة المردن أكبر مقارنة مع نظام القيادة بالسير الواحد لجميع المرادن ما يؤمن شروط قيادة ثابتة. تتم عملية تبديل السير بسهولة خلال عمل الآلة وباقتصادية عالية.

يعيب هذه الطريقة أن معدل البرمات المعطى للخيط أقل من السرعة الدورانية للمردن وذلك لوجود نسبة انزلاق بين الشريط وعجلة الإدارة الخاصة بالمردن، وإذا لم يتم وصل طرفي الشريط جيداً فإنه تحدث قطع في الشريط تؤدي إلى عطل في المرادن أي تقليل إنتاجية الآلة. وكما أن أسفل آلة الغزل يكون مزدحماً بعجلات الشد Tension Roller ومع استمرار تشغيل آلة الغزل فإنه يكون هناك زغبر متطاير يتجمع على عجلات الشد وعلى الأذرع التي تحملها مما يستلزم تنظيفها من وقت لآخر.

تتكون الشريطة من طبقة تماس مع العجلة مكونة من مادة البولي يوريكان وطبقة وسطى قماشية من البوليستر والقطن وطبقة قماشية خارجية من البوليستر والقطن أيضا. يتم في الآلات الحديثة وصل طرفي الشريط بواسطة الحرارة والضغط على طرفي الشريط المقطوع ويجنب وصل طرفي الشرط على خط مائل حتى لا يحدث تصادم مع عجلة الإدارة عند مرور الطرفين الموصولين عليها مما يزيد الشد في الشريط و زيادة الحمل

المطبق عليه وكما هو مبين في الأشكال (شكل 10-49) أو يمكن أن يطبق لاصق على طرفي السير ومن ثم يتم وصلهما بالوسيلة المناسبة.

شكل 10-48: نظام قيادة المغازل الرباعي



شكل 10-49 : جهاز وصل طرفي الشريط ووضع الجزأين في مجرى التثبيت

يجب ملاحظة تأثير سماكة الشريطة عند حساب السرع، فإذا كانت سرعة دوران بكرة قيادة المردن 1000 دورة بالدقيقة وقطر البكرة هو 200 ملم وسماكة الشريطة 1.6 ملم وقطر المجرى على المردن 25 ملم فستكون السرعة الدورانية النظرية للمردن هي:

$$\left[n = \frac{200 \times 1000}{25} = 8000\ rpm\right]$$

لكن عمليا ومع اخذ سماكة الشريطة بعين الاعتبار تكون:

$$\left[n = \frac{201.6 \times 1000}{25} = 7579 \text{ rpm}\right]$$

أي بفرق 5 بالمائة نتيجة سماكة الشريطة.

10-3-2- ثانيا: نظام القيادة بسير مماسي لكامل مغازل الآلة

تعتبر من الطرق الحديثة لتدوير المغازل، تستخدم سيراً واحداً للآلة كلها يمس جميع المغازل في الآلة أو سيراً واحداً لكل وجه من أوجه آلة الغزل ويتم بضم هذا السير خلف عجلات الإدارة الخاصة بالمرادن ثم لحام طرفي السير بمادة خاصة (شكل 10-50). توجد عند نهاية الآلة عجلتان إحداهما لإدارة السير و الثانية لضبط شد السير كما يوجد بين كل عجلتي إدارة مردنين عجلة ضغط وذلك لضغط السير على عجلات الإدارة الخاصة بالمرادن. يستخدم في هذه الحالة سير سميك وعريض للتخفيف من الانزلاق، الأمر الذي يتطلب دقة بمعايرة ثباتية الضغط على المرادن للمحافظة ما أمكن على سرعة ثابتة وموحدة لجميع المرادن. هذا النوع من السيور يتطلب تطبيق قوى ضغط كبيرة على المرادن لتأمين منطقة أوسع من التماس مع المرادن، وإلاّ ستحدث انزلاقات عشوائية لا يمكن رصدها بالعين المجردة مما ينعكس على جودة الخيط المنتج من حيث التفاوت في عدد البرمات وإنتاجية الرؤوس. يتكون السير من عدة طبقات وهي طبقة مطاطية خشنة تكون مع تماس مع عجلات المغزل و طبقة من نسيج قماشي من البوليستر ومعالج ضد الكهرباء الساكنة و طبقة مطاطية خارجية ناعمة. تكون سماكاتها صغيرة حوالي 2 ملم وتتحمل اجهادات تصل إلى 8.68×10^{10} باسكال.

شكل 10-50: نظام القيادة بالسيور



شكل 10-51: نظام التحكم والمراقبة لسرعة المرادن

تعمل محركات الآلة الحديثة المقادة بالانفيرترات والحساسات بشكل متزامن و متناغم مع بعضها وتؤمن تشغيلاً أكثر سلاسة كما يبين الشكل 10-51. يوجد محرك واحد للآلة مركب عليه علبة سرعة ومنظم للسرعة، ويمكن تركيب محركين للآلة لإنتاج نمر مختلفة للخيوط. وهنا يأتي دور ربط سرع المغازل مع سرع محركات السحب عن طريق وحدة معالجة رئيسية حيث تؤمن التغذية الراجعة تصحيح للقيم الفعلية لتتناسب مع القيم المعطاة لنظام الآلة وفق خطة الإنتاج.

مميزات هذه الطريقة:

(1) جميع المرادن تُدار بسير واحد فقط مما يلغي مشاكل قطع الشريط ثم وصله.

(2) أسفل الآلة أصبح فارغاً مما يجنبنا مشاكل التنظيف المستمرة.

مساوئ هذه الطريقة:

(1) إذا حدث قطع السير لسبب ما فإن نصف المرادن أو المرادن كلها تقف مرة واحدة مما يعطل نصف أو كل إنتاجية الآلة لان ضم السير ثم شده يأخذ وقتاً طويلاً.

(2) القدرة المطلوبة لتشغيل هذا السير عالية نسبياً مما ينعكس على كفاءة الإدارة للمردن حيث أن الطاقة الثانوية تعتبر كبيرة نسبياً بالنسبة للطاقة الابتدائية.

(3) مستوى الضوضاء الصادر من السير يعتبر عالياً رغم أن هذا السير موجود في علبة مقفلة ويمكن إرجاع السبب في ذلك إلى الاهتزازات الطولية والعرضية التي يتعرض

لها السير. وقد يوجد نسبة انزلاق ملحوظة بين السير و عجلات الإدارة مما ينعكس على معامل اختلاف البرمات في الخيط الناتج.

يبين الشكل 10-52 استخدام المحركات التزامنية في آلات زينسر في نظام قيادة للسير المماس متعدد المحركات، توجد عدة محركات مرتبة بأماكن محددة ويسمح بقيادة المغازل عن طريق السير المماس. التناسق في السرعة الزاوية للمغازل يقلل من نسب تغير البرم ويخفض مستوى الضجيج والقدرة اللازمة للتشغيل. يستخدم هذا النظام لآلات طويلة ولقيادة اسطوانات السحب السفلية من نهايتي الآلة وبالتالي يخفض من تباين البرم في الخيوط المنتجة ويوفر النظام سهولة بتغيير نسب السحب والسرعات حسب القيم المدخلة للآلة بما يعني سهولة في التحكم وتغيير الإعدادات حسب الخطة المطلوبة.



شكل 10-52: نظام قيادة المرادن بالسيور

10-4- حسابات ميكانيكية (Mechanical Calculations)

10-4-1- طريقة السير المماس (Tangential Spindle Drive System)

بعد أن تم شرح طريقة السير المماس، سيتم حساب قوة الشد المحركة للسير بدلالة القوى المماسية بين السير والأجزاء المبينة في الشكل 10-53:



شكل 10-53: قوة الشد المحركة للسير

توجد عند نهاية الآلة عجلتان إحداهما لإدارة السير (6) و الثانية (العجلة الضاغطة) لضبط شد السير (1) كما يوجد بين كل عجلتي إدارة مردنان (مغزلان) (4) عجلة ضغط (5) وذلك لضغط السير (3) على عجلات الإدارة الخاصة بالمرادن، قوة الشد المحركة للسير تحسب كما يلي:

$$T_1 = T_2 . e^{\mu.\alpha}$$

حيث أن (μ) معامل احتكاك السير مع العجلة المحركة، (α) زاوية إحاطة السير للعجلة المحركة (6). يتم حساب القوى من خلال الاستطاعة تجريبيا:

$$F_1 = P_1/V$$

$$F_2 = P_2/V$$

$$F_3 = P_3/V$$

حيث أن (F_1) القوى المماسية بين السير المماس والمغازل (4) نيوتن ، (F_2) القوى المماسية بين السير المماس والاسطوانات (5) نيوتن، (F_3) القوى المماسية بين السير المماس والاسطوانة المحركة (6) نيوتن ، (P_1) الاستطاعة اللازمة لتحريك السير، (P_2) الاستطاعة اللازمة لتحريك الاسطوانات الضاغطة ، (P_3) الاستطاعة اللازمة لتحريك الاسطوانة المحركة واط، (V) السرعة الخطية للسير وهي ثابتة (m/s)،

وبالتالي سيتم حساب كل من T_1 و T_2 بدلالة القوى السابقة:

$$T_1 = T_2 + n_1.F_1 + n_2.F_2 + F_3$$

$$T_1 = \frac{T_1}{e^{\mu\alpha}} + n_1.F_1 + n_2.F_2 + F_3$$

$$T_1 - \frac{T_1}{e^{\mu\alpha}} = n_1.F_1 + n_2.F_2 + F_3$$

$$T_1 \left(1 - \frac{1}{e^{\mu\alpha}}\right) = n_1.F_1 + n_2.F_2 + F_3$$

$$T_1 = \frac{n1.F1 + n2.F2 + F3}{e^{\mu\alpha} - 1} \times e^{\mu\alpha}$$

$$T_2 = \frac{n1.F1 + n2.F2 + F3}{e^{\mu\alpha} - 1}$$

حيث: (n_1) عدد المغازل و (n_2) عدد الاسطوانات الضاغطة

حساب الإجهاد الأعظمي:

سيتم حساب الاجهادات المؤثرة وهي:

1- إجهاد ناتج عن قوة الشد:

$$\sigma_T = T_1/(a' \times b')$$

حيث (b') سماكة السير [mm] و (a') عرض السير [mm]

2- إجهاد ناتج عن قوة الطرد المركزية الناتجة عن دوران السير:

$$\sigma_c = \rho \times v^2$$

ρ : الكثافة النوعية $[kg/m^3]$ تؤخذ من جداول خاصة

V: السرعة الخطية (m/s).

3- إجهاد ناتج عن قوة الطرد المركزية الناتجة عن دوران الطارة:

$$\sigma_{C1} = (b' \times E) / D$$

D : قطر الطارة المحركة [m]

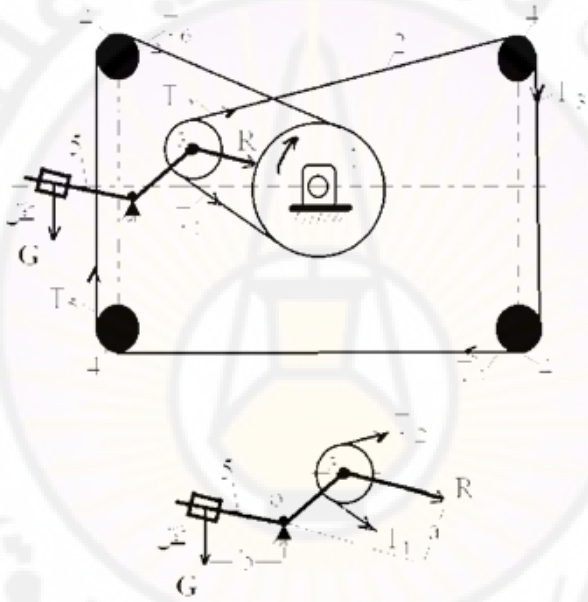
E: عامل التمدد الطولي

فيكون الإجهاد الأعظمي هو مجموع الاجهادات السابقة:

$$\sigma_{max} = \sigma_T + \sigma_c + \sigma_{C1}$$

10-4-2- طريقة الشريطة (Tape Spindle Drive System)

يقوم المحرك بإعطاء الحركة إلى عمود الإدارة الممتد على طول الآلة (شكل 10-54) ومنها إلى البكرة (1) وبواسطة سير (2) تنقل بدورها الحركة إلى أربعة مغازل (4) اثنان في كل وجه عن طريق عجلة المردن ويتم الحفاظ على الشد المنتظم للسير بواسطة بكرات الشد (3) والثقل G وذلك عن طريق الساعد (5). تنشأ قوة رد الفعل R تحت تأثير الثقل وعند حركة الشريطة حول الطارة 3 تنشأ في الشريطة قوى الشد على التوالي $T_1-T_2-T_3-T_4-T_5-T_6$ الشد T_6 أعظمي لان الشد يزداد بعد كل بكرة.



شكل 10-54: حساب قوة الشد المحركة للسير

نحدد قوة رد الفعل R من معادلة العزوم في وضع السكون :

$$\Sigma M_O = 0$$

$$R = \frac{G.b}{a}$$

وبفرض رد الفعل متناظر بالنسبة لـ T_1، T_2 في وضع السكون يكون لدينا :

$$\vec{R} = \vec{T}_1 + \vec{T}_2$$

في حال السكون $T_1 = T_2$ وبالتالي:

$$|\vec{R}| = \sqrt{T_1{}^2 + T_2{}^2}$$

$$R = \sqrt{T_1{}^2 + T_2{}^2 + 2T_1.T_2 \cos 2\alpha}$$

$$R = \sqrt{2T_1{}^2 + 2T_1{}^2.\cos 2\alpha}$$

$$R = \sqrt{2T_1{}^2(1 + \cos 2\alpha)}$$

$$\frac{1 + \cos 2\alpha}{2} = COS^2\alpha$$

$$R = \sqrt{4T_1{}^2.COS^2\alpha}$$

$$T_1 = \frac{R}{2\cos\alpha} = \frac{G.b}{2.\alpha.\cos\alpha}$$

وعند العمل، تنشأ قوة شد F تقاس من خلال الاستطاعة التجريبية

$$F = \frac{P}{r.w}$$

حساب الشد الأعظمي (T_6):

$$T_2 = T_1 + F$$

$$T_3 = T_2 + F$$

$$T_4 = T_3 + F$$

$$T_5 = T_4 + F$$

$$T_6 = T_5 + F = T_1 + 5\ F$$

لحساب الجهد المطبق على الشريطة :

$$\sigma = \frac{T6}{S}$$

حيث أن S مساحة مقطع الشريطة (mm^2)، شريطة عرضها 16 ملم وسماكتها (0.8-1.1) ملم تتحمل قوة رد فعل حتى 1300 نيوتن.

10-4-3- الدبلة وحساباتها (Traveler and its Calculations)

إنّ السرعة الدورانية للدبلة أقل من السرعة الدورانية للمردن بسبب الاحتكاك الحاصل بين سطحها الداخلي و سطح فلانجة الحلقة نتيجة تأثير محصلة القوى الديناميكية المتمثلة بقوة الشد العام للخيط و قوة الطرد المركزية. يتم تحريك المردن بالتالي الدبلة بسرعة دورانية محددة تبعا للكثافة الخطية لخصلة الألياف الناتجة عن سلندرات التوريد و يوضح الشكل 10-55 القوى المؤثرة على الدبلة أثناء حركتها.



شكل 10-55: القوى المؤثرة على الدبلة (1- الدبلة، 2- الحلقة، 3- الماسورة)

القوى المؤثرة على الدبلة أثناء حركتها :

- قوة مماسية F_f في منطقة الدبلة والماسورة: متولدة عن شد الخيط عند اللف وتكون مماسه لمحيط دائرة الماسورة.
- قوة رد فعل الحلقة على الدبلة
- قوة ثقل الدبلة وقوى مقاومة الهواء.
- القوة الطاردة المركزية F_Z
- قوة شد البالون عند الدبلة

وسنبين القوانين المستخدمة لحساب كل منها:

I. قوة مماسية F_f في منطقة الدبلة والماسورة: متولدة عن شد الخيط عند اللف بين الدبلة والماسورة وتكون مماسه لمحيط دائرة الماسورة.

وتتحلل إلى مركبتين قوة مماسية F_y:

$$F_y = F_f . \sin \alpha$$

وقوة عمودية F_n:

$$F_n = F_f . \cos \alpha$$

حيث (α) هي الزاوية بين منحى اتجاه الخيط وهو مماس للماسورة وقطر الحلقة :

$$\sin \alpha = \frac{r_w}{R_r}$$

نصف قطر الماسورة لحظة اللف r_w ونصف قطر الحلقة R_r.

II. قوة رد فعل الحلقة على الدبلة حيث أن الدبلة تلامس الحلقة، وتكون قوى رد الفعل هما N_Z و N_X ، تحلل لمركبتين بالمستوي (xoz) وتكون قوى الاحتكاك هما

$$F_Z = N_Z . \mu$$
$$F_X = N_X . \mu$$

وتكون القوة:

$$F = F_Z + F_X$$

III. قوة ثقل الدبلة وقوى مقاومة الهواء تهمل لصغرهما إذا ما قورنت مع القوى الأخرى.

IV. القوة الطاردة المركزية F_Z

$$F_Z = m_t . R_r . \omega^2$$

حيث أن (m_t) كتلة الدبلة بالغرام و (R_r) نصف قطر الحلقة بالمتر و (ω) السرعة الزاوية لدوران الدبلة (rad/s)

V. شد البالون عند الدبلة (T_σ)

تكون مماسية للبالون وتشكل مع المحور oz زاوية β وتحلل لمركبتين بالمستوي (xoz) وهما

$$T_1 = T_\sigma . \sin \beta$$
$$T_2 = T_\sigma . \cos \beta$$

بحل معادلات التوازن للقوى (توازن الدبلة على الحلقة)، تساوي قوة شد الخيط قوة شد البالون (T_σ) مضروبة بالمقدار ($k = e^{\mu\varphi}$) المعتمد على عامل احتكاك الخيط على الدبلة وزاوية تعلق الخيط بالدبلة φ وتهمل الزاوية β لصغرها:

$$T_\sigma = \frac{m_t . R_r . \omega^2}{K\left(\cos\alpha + \frac{\sin\alpha}{f}\right) - 1}$$

حيث (α) هي الزاوية بين منحى اتجاه الخيط وهو مماس للماسورة وقطر الحلقة :

$$\sin\alpha = \frac{r_w}{R_r}$$

قوة شد الخيط في النقطة السفلية من البالون تتناسب طردا مع وزن الدبلة وقطر الحلقة ومربع السرعة الزاوية للمغزل. في الشكل 10-56، ولنموذج مدروس وفي حالة السكون تكون القوة الطاردة المركزية (F_Z) وقوة شد الخيط (T_σ) و والقوة المؤثرة بين الحلقة والدبلة (N) مؤثرة على الدبلة وتشكل مثلث القوى. مع حلقة ذات مقطع شكل (T) يكون هناك قوة مفردة بين الحلقة والدبلة (N) وتتجزأ لمركبتين (N_1) و (N_2). مجموعهما يعطى بالقوة الشعاعية ($N = N_1 + N_2$) ولكن عدديا ($N < N_1 + N_2$) وبالتالي تكون قوى الاحتكاك $\mu N < \mu N_1 + \mu N_2$ أو $R < R_1 + R_2$ تحت نفس الشروط، لنفس شد الخيط يجب استخدام دبلة أخف وزنا (oblique ring–traveller) مقارنة مع (T–ring–traveller).

شكل 10-56: القوى المؤثرة على الدبلة في حالة السكون

تعطى في بعض المراجع قوة شد الخيط على المستوي الافقي (T_x) تجريبيا بالعلاقة:

$$T_x = 112 \times \frac{n^2}{N_m \times c^2} \quad [g]$$

حيث (n) سرعة المغزل و (c) معامل قوة العطالة (cm^{-1}) و (N_m) نمرة الخيط المترية، وهناك علاقات رياضية يمكن اشتقاقها كالعلاقات في الشكل 10-57.



شكل 10-57: قوة شد الغزل

ويمكن حساب قوة شد الغزل كالتالي:

$$T_S = \frac{\mu_{r/t} . m_r . V_t^2}{D_r . \sin \alpha}$$

حيث أن ($\mu r/t$) معامل الاحتكاك بين الدبلة والحلقة و (Vt) سرعة الدبلة و (mr) كتلة الدبلة و (Dr) قطر الحلقة و (α) هي الزاوية بين الخيط من الدبلة للبالون والخط

الأفقي من الدبلة لمحور المردن. علما أن $\left[\mu_{r/t}.m_r.V_t^2\right]$ هي قوة الطرد المركزية المطبقة على الدبلة والخيط خلال الدوران.

10-4-4- شد الخيط وتشكيل البالون
(Yarn Tension and Balloon Formation)

يمر الخيط القادم من دليل الخيط تحت الدبلة ويلف على ماسورة الغزل المثبتة على المغزل والدائرة بنفس سرعته، عندما يلف الخيط على الماسورة (الدائرة بطريقة ايجابية) تدور الدبلة بطريقة سلبية بواسطة الخيط ومتغيرة حسب قطر البكرة على محيط الحلقة ويوجد فرق في السرعة الدورانية للمغزل والدبلة لتتم عملية اللف. تكون قوة شد الخيط في منطقة (دبلة-ماسورة) اكبر بمرتين من قوة شد الخيط في منطقة (دبلة-دليل الخيط)، أما قوة شد الخيط في منطقة (الاسطوانة الأمامية-الدليل) تساوي 0.6 من قوة شد الخيط في منطقة (دبلة-ماسورة). ينحني الخيط في منطقة البالون تحت تأثير قوة الطرد المركزية، تؤثر مقاومة الهواء وقوة ثقل الخيط وقوة عطالة الخيط بالخيط بالإضافة للقوة النابذة. عند دوران الدبلة فإن الخيط في المنطقة المحصورة بين الدبلة ودليل الخيط يبدأ في الدوران فتحدث علية قوة طاردة مركزية تسبب انحناء الخيط على شكل البالون وتعمل القوة الطاردة المركزية هذه على التوازن مع قوة الشد في الخيط الناتجة عن الاحتكاك بين الدبلة والحلقة. تعطى سرعة الخيط أثناء لفه بالعلاقة:

$$V_y = (n_1 - n_2).\pi.D \quad [mlmin]$$

حيث أن (n_1) السرعة الدورانية للمغزل rpm و (n_2) السرعة الدورانية للدبلة rpmو (D) قطر الماسورة (متر).

سرعة اسطوانة السحب الأمامية تحسب من العلاقة:

$$V_1 = \pi.n.D_1 \quad [mlmin]$$

حيث أن (n) السرعة الدورانية لاسطوانة السحب الأمامية rpm و (D_1) قطر اسطوانة السحب الأمامية (متر).

من اجل استمرار عملية اللف يجب أن يكون:

$$V_y = V_1$$

$$\pi.D.(n_1 - n_2) = \pi.n.D_1$$

$$n_2 = n_1 - \frac{V_1}{\pi . D} = n_1 - \frac{n . D_1}{D}$$

تكون سرعة الدبلة اصغر من سرعة المغزل ونجد قيمة الفرق بينهما معتمدة على تغير قطر البكرة، تجريبيا يكون الاختلاف حوالي (0.8–5 %) وهو كاف لإتمام عملية اللف، تحسب السرعة المحيطية للدبلة بالعلاقة:

$$V_2 = \pi . n_2 . D_2 \quad [mlmin]$$

حيث أن (n_2) السرعة الدورانية للدبلة rpm و (D_2) قطر الحلقة (يقاس بين مركز ثقل الدبلة ومحور دوران المغزل) (متر).

نتيجة لما ذكر، يأخذ الخيط شكل منحني تحت تأثير قوى مؤثرة وينتج عن ذلك ما يعرف بالبالون. يعطي الشكل 10-58 احد النماذج المدروسة والتي تبين اتجاه تأثير القوى المؤثرة على البالون وهي القوة (1) الممثلة لمحصلة القوى الناتجة عن عملية الغزل وشد البالون وقوى ناتجة عن البرم والاحتكاك وقوى كوريوليس (2) (قوة القصور الذاتي نتيجة الحركة بالنسبة إلى إطار مرجعي – مثلا مع دوران عقارب الساعة، تعمل القوة على يسار الحركة للجسم) والقوة الطاردة المركزية (3). وهناك قوى مقاومة الهواء وقوة ثقل الخيط وقوة عطالة الخيط، تحسب قوة الطرد المركزية بالعلاقة التالية:

$$F_Z = \sum_{i=1}^{n} C_{xi} = \sum_{i=1}^{n} [m . \omega^2 . r_i]$$

$$F_Z = \frac{L . T_{tex}}{9.81 . 1000} \left(\frac{\pi\, n}{30}\right)^2 (r_1 + r_2 + r_3 + \cdots + r_n)$$

حيث أن (L) طول الخيط في البالون و (C_{xi}) قوى الطرد المركزي لمقاطع مختلفة و هي محصلة قوتي الشد المماسيتين للبالون الناتج. يبين الشكل 10-59 العوامل المؤثرة على البالون.

شكل 10-58: القوى المؤثرة على البالون



شكل 10-59: العوامل المؤثرة على البالون

10-4-5- جهاز السحب (Drafting System)

10-4-5-1- ضبط المسافات

يجب ضبط المسافة بين كل مركزي أسطوانتين سفليتين متتاليتين بحيث تتوضع الأسطوانات العلوية فوقهما تماما. يتم ضبط الأسطوانات السفلية كما في نظام السحب الأفقي، وتمثل X و Y قيم ضبط الأسطوانات الأمامية والمتوسطة والخلفية بالنسبة للأسطوانات السفلية (شكل 10-60).



شكل 10-60 :ضبط المسافة بين الأسطوانات.

تكون الأسطوانات العلوية قابلة للحركة في فتحة الذراع العلوي وترتب عادة لضمان السيطرة على أرفع كتلة من الألياف عند سرعة عالية وعادة ما تضبط الأسطوانات الأمامية بانحراف (منطقة تلامس) للأمام قليلاً بالنسبة للأسطوانة السفلية الأمامية بمقدار 2 مم للآلات التقليدية أو 4 ملم في الآلات الحديثة. تعطى الاسطوانة المتوسطة أو السير انحرافاً (تداخل خلفي) للوراء بالنسبة للأسطوانة السفلية من 2-4 ملم. تعطى الأسطوانات العلوية الخلفية في بعض الأحيان تراكباً بمقدار من 2-4 ملم، لضمان مراقبة أفضل للألياف عند نقطة دخول الشريط لنظام السحب. تعطى العلاقة الرياضية لضبط المنطقة A هي (A = a + X + b) والعلاقة الرياضية لضبط المنطقة الخلفية B هي (B =Y – b + c).

يؤدي تداخل الأسطوانة الأمامية إلى تقصير مثلث الغزل وبالتالي خفض معدل الانقطاعات، بالإضافة إلى تأثير زاوية ميل حامل الاسطوانات على شكل مثلث الغزل كما يبين الشكل 10-61. سلندرات السحب في آلة الغزل تكون مائلة على الاتجاه الأفقي وذلك لتفادي وجود سطح احتكاك كبير بين الألياف وسطح السلندر السفلي الأمامي الأمر الذي يعمل على تقطع الخيط، مما يفيد في التقليل من أثر مثلث الغزل. ويمتاز جهاز السحب في آلة الغزل الحلقي بأنه مائل بزاوية حتى 60 درجة و ذلك لجعل انتشار البرمات منتظماً على كامل طول الخصلة الناتجة عن سلندرات التغذية و تحقيق درجة تشعر أقل بالمقارنة مع درجة تشعر الخيط الناتج عن جهاز سحب أفقي، لأن الحالة الأولى تضمن زاوية ضم أقل بين الخصلة وسطح سلندر التغذية المعدني السفلي.

شكل 10-61: تأثير زاوية ميل حامل الاسطوانات على شكل مثلث الغزل

وهناك تأثير لوضعية الاسطوانة العلوية حيث يجب التنويه إلى دراسة مركبات قوة الضغط (شكل 10-62)، فعلى اعتبار أن مسافة انزياح الاسطوانة العلوية x تعطى بالعلاقة ($D\times\sin\theta$)، حيث D هي مجموع أنصاف أقطار الاسطوانة العلوية والسفلية، تعطى المركبة المماسية لقوة ضغط الاسطوانة العلوية F بالعلاقة:

$$(F_t = F\times \sin\theta)$$

تساعد هذه المركبة المماسية على دوران الاسطوانة العلوية بالاتجاه المطلوب وهذا لن يتوفر بالوضعية الخلفية حيث ستحاول إعاقة دوران الاسطوانة العلوية وبالتالي زيادة الاجهادات على الاسطوانة العلوية.

شكل 10-62: لوضعية الاسطوانة العلوية

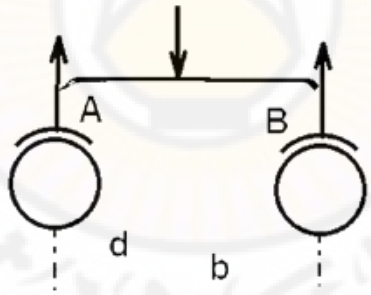
10-4-5-2- حساب القوى

يتلقى الخيط في المنطقة القريبة من الاسطوانة الأمامية لجهاز السحب برمات قليلة مما يسبب تقطعات لقلة متانته، فقوة شد الخيط في أسفل البالون تتعلق بنمرة الخيط وقطر الحلقة وقطر الماسورة وسرعة الدبلة ونمرتها وتعطى بجداول تجريبية وتتراوح بين 8 و 34 سنتنيوتن. يبين الشكل 10-63 جهاز سحب بسيط تؤثر على اسطوانات السحب القوى F_1 و F_2 و F_3، وهي قوى غير متساوية وتعتمد على نمر الشريط المبروم ونوع الألياف وسطح اسطوانات السحب وسطح محور السحب الضاغط. سيتم حساب قيمة الثقل (G) بعد حساب قيم Q_1 و d و Q_2 و F_0 و G، بدلالة القوى والأبعاد الموضحة باعتبار أن واحدة الأبعاد (ملم) وواحدة القوى (نيوتن).

شكل 10-63: جهاز السحب

سيتم تجزئة جهاز السحب إلى أربع أجزاء لحساب القوى كالتالي:

حساب Q_1 (شكل 10-64):



شكل 10-64: جزء 1

$$\Sigma y_i = 0$$

$$F_2 + F_3 - Q_1 = 0$$

$$Q_1 = F_2 + F_3$$

$$Q_1 = 40+35 = 75 \text{ (N)}$$

حساب البعد d (شكل 10-65):

$$\Sigma M_A = 0$$

$$Q_1.d - F_3.b = 0$$

$$d = \frac{F_3.b}{Q_1} = \frac{35.50}{75} = 23.33 \text{ mm}$$



شكل 10-65: جزء 2

حساب Q_2 (شكل 10-66):

$$\Sigma y_i = 0$$

$$F_1 + Q_1 - Q_2 = 0$$

$$Q_2 = F_1 + Q_1$$

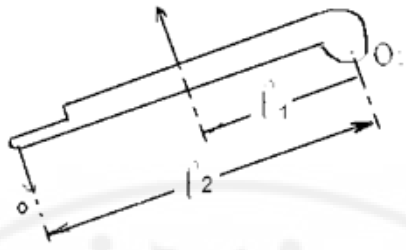
$$Q_2 = 75 + 70 = 145 \text{ (N)}$$

حساب g:

$$\Sigma M_c = 0$$

$$Q_2.g - Q_1.(a + d) = 0$$

$$g = \frac{Q_1(a+d)}{Q_2} = \frac{75\,(45+23.33)}{145} = 35.34\ mm$$



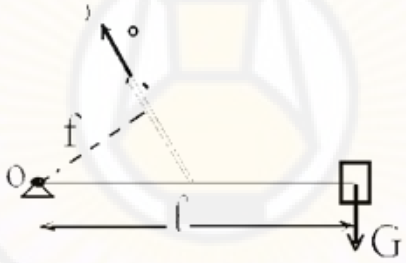
شكل 10-66: جزء 3

حساب F_0(شكل 10-67):

$$\Sigma M_{o1} = 0$$

$$F_0.l_2 - Q_2.l_1 = 0$$

$$F_0 = \frac{Q_2.L_1}{L_2} = \frac{145.125}{155} = 117\ (N)$$



شكل 10-67: جزء 4

حساب G:

$$\Sigma M_0 = 0$$

$$F_0.f - G.l = 0$$

$$G = \frac{F_0.f}{l} = \frac{117.20}{55l} = 42.5\ (N)$$

تؤمن هذه الطريقة ضغطاً ثابتاً ومستمراً ومتساوياً على اسطوانات السحب.

10-4-5-3- تصميم أسطوانات السحب السفلية

في آلة الغزل الحلقي يكون الطول الأعظمي لأسطوانة السحب حوالي (600 ملم) ويقسم الطول الكلي لاسطوانة السحب إلى أجزاء طول كل جزء (60 ملم)، وبين كل جزأين هناك مفاصل لتغطية كامل عرض آلة الغزل الحلقي التي تحوي 1000 إلى 1400 مردن (أو أكثر). يؤثر الانحناء الجانبي للمحور والأسطوانة على أبعاد المحور (الطول والقطر) والقوى المؤثرة على المحور ومعامل الصلابة للمادة المصنع منها المحور. يؤثر الانحناء الجانبي والانحناء المركزي بشكل غير منتظم على أسطوانة السحب، حيث يعتبر الانحناء الجانبي عنصراً هاماً في تصميم أسطوانات السحب حيث تُصمم ضد الأحمال الساكنة وتؤخذ صلابة الفتل بعين الاعتبار للأسطوانات الطويلة. لا يمكن للأعمدة الصلبة أن تنحني أو تتعرض للفتل كثيراً عند تطبيق عزوم الفتل ويجب أن تصمم على أساس الانحناء الجانبي المسموح به. تتعرض الألياف إلى الانحناء بواسطة أسطوانة السحب ذات القطر الصغير وتتعرض لمزيد من قوى الضغط والانحناء وتحدث احتكاكاً كبيراً باتصالها معها، ونتيجة ذلك يتم دراسة وتطوير وسائل الاحتكاك مع أسطوانات السحب مما يزيد من فاعلية لف الأسطوانات.

يمكن أن تزيد أسطوانة السحب انحناء تغليف الأسطوانة للألياف، وبالتالي زيادة الحمل على الأسطوانة مما يؤدي إلى اجهادات انحناء أكبر على الأسطوانة واجهادات ضغط على الألياف مما يتطلب استخدام أسطوانات ذات أقطار كبيرة بحيث يبقى قطر الأسطوانة كبيراً ليوافق الحد المفترض للمسافة بين كل أسطوانتي سحب متتاليتين.

في الآلات الحديثة تتوفر أجهزة السحب ذات التغذية المفردة، سرعة الإنتاج تجاوزت 600 متر بالدقيقة مقارنة بسرعة الآلات التقليدية 250 متر بالدقيقة، ويبلغ قطر أسطوانة السحب الأمامية حوالي 52 ملم مقارنة مع التقليدية ذات القطر 35 ملم. ارتفعت السرعة الدورانية لأسطوانة السحب الأمامية حتى 3060 دورة بالدقيقة ، وبالتالي لو تم الحفاظ على قطر أسطوانة السحب الأمامية لأسطوانة السحب الحديثة على القيمة 35 ملم لتغيرت سرعة دوران الأسطوانة من5460 إلى 2275 دورة بالدقيقة.

يجب أن تكون قوى الاهتزاز على المحامل أقل ما يمكن والتي قد تنتج عن سرعة دوران الأسطوانات وعدم انتظاميته. في بعض الحالات عندما تركب أسطوانات السحب

على الوصلات، يمكن أن يكون هناك عدم تطابق بين المركز الهندسي لمحور دوران الأسطوانة ومركز العطالة تبعاً للخلوصات مما يؤدي لعدم توازن اسطوانة السحب لحد ما ويكون تأثير سرعة الدوران لأسطوانة السحب غالباً أكبر من تأثير قطرها. تؤدي المساحة الزائدة بين المقاطع إلى زيادة في كتلة الأسطوانة وقد تكون على جانب واحد من الأسطوانة نظراً لعدم الانتظامية في دوران الأسطوانة داخل المحامل وتتعرض المحامل لقوة نابذة F_c من أجل كل دورة للأسطوانة، ويتم حساب هذه القوة كتالي :

$$A = \pi \times \frac{|r^2 - (r-e)^2|}{4}$$

$$M = A \times L \times \rho$$

$$H = 2 \times M$$

$$F_c = \frac{H \times r \times \omega^2}{10^5}$$

حيث:

F_c: القوة النابذة الناتجة عن الكتل الزائدة (N)،

A: المساحة الزائدة (cm^2)

r: نصف قطر الأسطوانة (cm)

e: البعد بين المركز الهندسي ومركز العطالة (cm)

M: الكتلة الزائدة (g)

ρ: كثافة الحجمية لمادة الأسطوانة $(.cm^{-3})$

L: طول الأسطوانة (cm)

H: الكتلة التي تسبب القوة النابذة (g)

ω: السرعة الزاوية للأسطوانة $(rad.sec^{-1})$

يتم استخدام اسطوانات بنصف قطر كبير من أجل انتظامية عمل أسطوانات السحب وهذا مهم بشكل خاص لأسطوانة السحب الأمامية التي تعمل بسرعة دوران عالية مقارنة بالأسطوانات المتوسطة والخلفية وما لذلك علاقة مع عمر المحمل. يمكن أن تؤدي القوة النابذة لكتل الأسطوانات غير المتوازنة إلى حدوث عدم انتظامية منخفضة في سحب الألياف عند دوران الأسطوانة. فعلى سبيل المثال ومن اجل سرعة توريد أسطوانة أمامية

تبلغ 500 متر بالدقيقة ومن أجل أقطار أسطوانة 35، 52 ملم، عندما تتوضع هذه الأسطوانات على وصلات المحامل باختلاف مركزي $(e = 0.003)$ سم، تتعرض لقوة اهتزاز مقدارها $(F_c = 25.6\ N)$. ولكن تواترات الاهتزازات التي تبلغ $(76\ Hz)$ و $(51\ Hz)$ للأسطوانات ذات الأقطار $(35\ mm)$ و $(52\ mm)$ على التوالي. يجب أن تبقى نسبة البعد المركزي إلى قطر الأسطوانة (e/d) صغيرة ليكون اختلاف السحب صغيراً، من أجل قطر أسطوانة كبير وذلك مقارنة مع قطر صغير، كما يتأثر الاختلاف بعدم الدقة في تركيب الأسطوانة على المحامل.

10-4-5-4- تصميم أسطوانة السحب السفلية ضد صلابة الفتل

يمكن حساب قطر أسطوانة السحب الأمامية في آلية السحب برأس توريد مفرد ذات سرعة توريد 500 (m/min) حيث يقوم المحرك بتدوير أسطوانة السحب الأمامية التي تنقل الحركة للأسطوانات الأخرى وتكون استطاعة المحرك (4 kw) وسرعة دوران الأسطوانات الأمامية (3060 rpm) وقطرها (52 mm). يحسب عزم الفتل المؤثر على الأسطوانة الأمامية:

$$M_t = \frac{P}{\left(2\pi\left(\frac{n}{60}\right)\right)} = \frac{4000}{\left(2\pi\left(\frac{3060}{60}\right)\right)} = 12480\ N.mm$$

تعطى متانة المادة الفولاذية المصنعة منها الأسطوانات $G = 79300\ N.mm^{-2}$ و طول وصلة أسطوانة السحب $L = 500\ mm$. وبالتالي تحسب زاوية الفتل المعبرة درجة لكل متر من طول الوصلة بالعلاقة:

$$\theta = 1 \times \frac{500}{1000} = 0.5^{\circ}$$

$$d^4 = \frac{584\ M_t.l}{G.\theta} = \frac{584 \times 12480 \times 500}{79300 \times 0.5}$$

$$d^4 = 91908.197\ mm^4$$

$$d = 17.41\ mm$$

وبشكل مماثل نجد عندما يكون طول الأسطوانة متراً واحداً:

- زاوية الفتل $\theta = 0.5^{\circ}$ يجب أن يكون القطر $d = 20.71\ mm$
- زاوية الفتل $\theta = 0.25^{\circ}$ يجب أن يكون القطر $d = 24.62\ mm$

10-4-5-5- تصميم اسطوانات السحب السفلية ضد الصلابة الجانبية

يوضح الشكل 10-68 أسطوانات السحب الأمامية والمحامل والألياف، سيتم دراسة توزع الحمولة على قاعدة أسطوانات السحب حيث أن الحمولة مطبقة على امتداد عرض أسطوانة السحب العلوية بشكل موزع ومتساوي على طبقة الألياف أثناء عملية سحب الشريط.



شكل 10-68: أسطوانات السحب الأمامية والمحامل والألياف

عند تطبيق حمل حركي مقداره $P = 60\ kg.f = 588\ N$ على قاعدة أسطوانة السحب **ويفرض** عرض الشريط $20\ mm$، ستكون شدة الحمل الموزع على عرض الأسطوانة

$$w = \frac{P}{20}$$

يبين الشكل 10-69 مخطط الحمل الموزع على قاعدة أسطوانة السحب:

شكل 10-69: الحمل الموزع على قاعدة أسطوانة السحب

يعطى الانفعال الأعظمي لقاعدة أسطوانات السحب الموضحة في المخطط :

$$\delta_{max} = \frac{W\,(5L^4 - 24L^2a^2 + 16a^4)}{348EI}$$

تحسب الحمولة W باعتبارها تؤثر على منتصف الأسطوانة :

$$P = 588\ N \quad ، \quad a = \frac{50-20}{2} = 15\ mm$$

$$W = \frac{588}{15} = 39.2\ N.mm^{-1}$$

- ولقيم تجريبية ولأقطار الأسطوانة تحت حمولة 60 و 80 kgf

80 kg. f		60 kg. f	
$\delta = 0.05$ mm	D = 44 mm	$\delta = 0.05$ mm	D = 40.9 mm
$\delta = 0.025$ mm	D = 52.3 mm	$\delta = 0.025$ mm ،	D = 48.6 mm

لحساب الطاقة اللازمة(كيلو وات ساعي) لإنتاج كيلو غرام من المادة على آلة الغزل الحلقي، احد الدراسات (كراوس- سليمان) خلصت إلى العلاقة التجريبية التالية:

$$E=106.7\times C^{-1.482}\times D^{3.343}\times n^{0.917}\times K^{0.993}$$

حيث أن (C) نمرة الخيط بالتكس و (D) قطر الحلقة و (n) سرعة المردن لـ 1000 دورة بالدقيقة و (K) معامل برم الخيط.

بفرض أن نمرة الخيط (20) بالتكس و قطر الحلقة (0.04) متر و سرعة المردن لـ 1000 دورة بالدقيقة هو (17.5) أي 17500 دورة بالدقيقة و معامل برم الخيط (3.828). ستكون الطاقة اللازمة 1.36 كيلو وات ساعي لإنتاج كغ من الخيط.

يمكن أن يكون الرقم الفعلي مختلف قليلا نتيجة تفاوت السرعة ونسبة العوادم ومردود الآلة و ضياعات الطاقة في آلة الغزل الحلقي. تشكل الطاقة اللازمة لإدارة المغازل 39.3 % من الطاقة الكلية، وتأخذ البكرات والمحاور 12.3 % والبوبينات الفارغة 4.9% والسحب 6.6 % والمحرك 8.4 % والغزل 19.7 % وتبديل وتجهيز البوبينات النهائية 8.8 %.

10-4-6- آلية تحريك عربة الحلق وإيجاد قانون حركتها

(The Ring Rail and Finding its Movement Role)

10-4-6-1- آلية تحريك عربة الحلق

لأجزاء تحريك العربة دور رئيسي في تكوين شكل ماسورة الغزل، ولف الخيط على البكرة بشكل صحيح وذلك اعتمادا على آلية اللف وعملها وتصميمها تبعا لقياس البكرة ونمرة الخيط وارتفاع اللف، يمكن أن تتم آلية اللف بعدة طرق:

1. عربة متحركة وعوارض مغازل غير متحركة وهي الأكثر انتشارا أما عن طريق كامة بآلية لف ذات سلاسل أو عتلات أو انفيرتر.

2. عوارض مغازل متحركة وعربة حلق غير متحركة لإنتاج خيوط سميكة على مواسير ذات ارتفاع كبير على أن يبقى ارتفاع البالون ثابتاً خلال عملية اللف مما يجعل الخيط أكثر ثباتا أثناء اللف ولكن تعتبر من الطرق النادرة الاستخدام.

3. عربة حلق متحركة وعوارض مغازل متحركة.

سنبين فيما يلي عدة ميكانزمات، في الشكل 10-70 و الشكل 10-71 تم وضع الكامة على عمود لتحول الحركة الدورانية إلى حركة ترددية للدحروج الملاصق لها تحت تأثير ثقل عربة الحلق و الروافع المتصلة بها. يقسم السطح الخارجي إلى جزأين جزء مسؤول عن حركة الهبوط وآخر عن الصعود، عندما تضغط الكامة على التابع بسطحها الموافق لنصف قطرها الأعظمي يدور الساعد عكس عقارب الساعة حول المحور إلى أدنى وضع له من الجهة اليسرى وعليها الاسطوانة مما يسمح بهبوطها إلى أدنى وضع لها فتجذب السلسلة لتدير البكرة بعكس عقارب الساعة فتجذب السلسلة نحو اليسار مما يؤدي إلى ارتفاع العربة لأقصى وضع وباستمرار دوران الكامة تضغط بالسطح الموافق لنصف القطر الاصغري وتعكس بقية الحركات. يتم بناء طبقات على البكرة في آلية بناء البكرة (Layering traverse –LMW LG5/1) الموضحة في الشكل 10-72 عن طريق كامة خاصة (شكل قلب) ومن ثم للدحروج فالشريطة والبكرة أو آلة بناء البكرة عن طريق الانتقال الترددي، حيث تتكون من مسنن دودي على عمود كامة بناء البكرة التي تأخذ الحركة من المسننات الرئيسية وتحمل بالخلف على أصابع (مسامير) يعتمد عددها على التقدم المطلوب وبالتالي فان حركة الأصابع تدعم عن طريق الجزء الحر المتوقف خلف مسنن دودي وبالتالي أن الارتفاع التصاعدي لحركة الجزء يؤدي لعكس الحركة. وتنتقل الحركة عن طريق الشريطة والبكرات حتى ذراع الدوفينغ ورفع العربة عن طريق عناصر نقل الحركة.

شكل 10-70: آلية تحريك علية الحلق

شكل 10-71: مقارنة بين أنظمة تحريك عربة الحلق

نذكر هنا نظام الحلقة (ABC) للتحكم بالبالون حيث يتم تقسيم البالون الواحد لبالونين متساويين لتخفيف الشد على الخيط و الحفاظ على موقع وسطي بين دليل الخيط وسكة الحلقة وتستمد الحلقة الحركة من نفس ميكانزم الحركة للحفاظ على أبعاد البالون حيث تتم حركات انتقالية صغيرة على كل طبقة وبأبعاد تتناسب مع التصميم المطلوب. ويكون قطر بكرة الحلقة اصغر من قطر بكرة الدليل والتي هي اصغر من قطر بكرة حلقة التحكم بالبالون ABC.



شكل 10-72: بناء طبقات على البكرة (LMW LG5/1 – Layering traverse)

تتم عملية تحرير العربة عن طريق حساس موجود تحت كامة بناء البكرة وعند كل دورة يتم الضغط على الحساس لتعطي إشارة للاسطوانة والمكبس والذي يفعّل فصل المكبح والحركة عن المسنن الدودي وبالتالي تحرير بكرة لف البكرة التي تتحرك تحت تأثير وزن العربة للأسفل (شكل 10-73).

تستخدم القوابض المسننة في آلة الغزل الحلقي وعند امتلاء البكرة يفصل التعشيق وتتحرك العربة للوضع السفلي (شكل 10-74). تستخدم المكابح المخروطية بحيث تبقى بزاوية دوران 12.5 درجة وتستخدم لتأخير بداية وحدة السحب في آلة الغزل الحلقي. تقوم الآلية المبينة في الشكل 10-75عن طريق تفعيل الحساس وبالتالي الاسطوانة وذلك برفع حلقة التحكم بالبالون لتحرير أداة الفرملة عن عربة الحلق، وعند تمام العملية يتم طي دليل الخيط 90 درجة لتسهيل عملية النزع. خلال حركة العربة للأسفل يعطي الحساس أمراً لتخفيض سرعة المحرك والذي يتم بمساعدة اسطوانة التخميد والتي تخفف من الانقطاعات الناتجة عن الارتجاجات (الاهتزازات) الناتجة عن الحركة وذلك بالتحكم بنسبة جريان الزيت عن طريق التحكم بالصمام، يتم تزويد أنابيب إضافية لاسطوانة التخميد (شكل 10-76) في حال آليات النزع التلقائي والتحرك الحاد للأسفل مما يساعد على تسريع حركة عربة الحلق في الثلث السفلي من البكرة.

شكل 10-73

شكل 10-74: استخدام القوابض المسننة

شكل 10-75

شكل 10-76: اسطوانة التخميد

تتم استعادة وضعية عربة الحلق عن طريق تأثير الحساس (شكل 10-77) والذي يعطي آمراً متأخراً خلال 1-5 ثواني من نقطة تلقي الإشارة، وبالتالي تحرير عملية الفرملة والتحضير لعملية النزع التالية ونقل العربة لوضعية البداية.



شكل 10-77: نظام (LMW LG5/1)

عند عودة العربة لوضعية البدء يكون الخيط بين لاسطوانة الأمامية من جهة والحلقة والدبلة من جهة أخرى، وعند إعادة تدوير المحرك يتحرك المردن وتتأخر الاسطوانة الأمامية 4 ثواني حسب نسبة التعشيق بين المسننات وذلك عن طريق عمل الحساس (s) والاسطوانة والمكبس (p)، يتم برم زائد للخيط قبل إضافة طول إضافي من الاسطوانة الأمامية وبالنتيجة يتم قطع الخيط قبل بداية الدوفينغ (شكل 10-78). تقوم الاسطوانة بإزالة الخيط الزائد بإعطاء حركة صغيرة للأعلى لدليل الخيط في البداية لتقليل رخو الخيط وتنزل للأسفل لوضعية البدء خلال عملية اللف.



شكل 10-78: استخدام الحساسات والسيور والكامات

في الآلات الحديثة يعطي جهاز الكمبيوتر الرئيسي للآلة (وحدة التحكم) أمر تشغيل للمبدلة الكهربائية التي تقوم بتعيير حركة كاسر البالون وحركة العربة صعودا وهبوطا حسب نمرة الخيط. حركة دليل الخيط في الآلات الحديثة تقتصر على إمالة حامل الدليل أثناء التقليع ليتمكن المقلع الاتوماتيكي من استبدال المواسير المملوءة بالمواسير الفارغة. تنتقل الحركة من المحرك الكهربائي إلى الطارة عن طريق مسننات وعلبة سرعة في (شكل 10-79) وتنتقل الحركة عبر الطارة إلى البكرات 1 و2 و3 عبر السيور . تعطي الطارة الحركة للبكرة 2 وتصل الحركة إلى البكرة 3 عن طريق عمود، ومن البكرة 3، تنتقل الحركة إلى حامل العربة. أما البكرة 1 تعطي الحركة إلى البكرتين 4 و 5 عبر عمود حيث تنتقل الحركة من البكرة 4 عبر سير إلى كاسر البالون ومن البكرة 5 تنتقل إلى حامل دليل الخيط.

شكل 10-79: آلية نقل الحركة للعربة وكاسر االبالون والدليل

إن حركة كاسر البالون وحامل العربة هي حركة صعود وهبوط أثناء عملية لف الخيط المتشكل على الماسورة محددة من قبل الأنفيرتر الذي يأخذ أمر التشغيل من جهاز الكمبيوتر الرئيسي في الآلة وذلك حسب نمرة المشغل، أما حركة حامل دليل الخيط فهي فقط من أجل إمالة حامل الدليل إلى الداخل (أثناء التقليع) وذلك ليتمكن المقلع الأوتوماتيكي من تقليع المواسير المملوءة واستبدالها بالمواسير الفارغة فقط كما تم ذكره سابقا.

يبين الشكل 10-80 مزامنة حركة دليل الخيط وحلقات التحكم بالبالون وعربة الحلق وعلاقة مجال حركة الدليل ومجال حركة عربة الحلق ووضعية المرادن وتقدم سكة المرادن في الحفاظ على شد البالون وشكله، إن الاحتمال الأكبر لأماكن انقطاع الخيط هو مكان اللف عند أقل قطر للف في الماسورة, وفي بداية ونهاية اللف للماسورة وبالتالي هدفت التصاميم الحديثة لآلة الغزل إلى تحريك البالون ودليل الخيط معاً مع ارتفاع وتذبذب حركة عربة.

شكل 10-80: مزامنة حركة دليل الخيط وحلقات التحكم بالبالون وعربة الحلق

10-4-6-2- قانون حركة العربة

أن آلية رفع وخفض الحركة يجب أن تحقق تحريك العربة بسرعات مختلفة خلال أزمنة مختلفة مع مراعاة تقصير مطال العربة بما يتناسب مع ميل الجزء المخروطي العلوي ويتحقق ذلك بالتعديل الجزئي لعملية نقل الحركة. طبقة الخيوط المشكلة هي عبارة عن طبقتين واحدة أساسية وأخرى مخرمة ولتحقيق التماسك بين طبقات الخيط يجب أن تكون المسافة بين كل لفتين على الطبقة الأساسية صغيرة، أما المسافة بين كل لفتين متجاورتين على الطبقة المخرمة بثلاث إلى أربع مرات. تتكون الطبقة الأساسية خلال شوط صعود العربة وبزمن T_1 من (2-4) إضعاف زمن هبوط العربة T_0 لتشكيل الطبقة المخرمة. ويكون الزمن الكلي T هو:

$$T = T_1 + T_0$$



شكل 10-81: ماسورة الغزل

يبين الشكل 10-81 ميل الجزء المخروطي العلوي بالنسبة لمحور ماسورة اسطوانية ولإيجاد ارتفاع الجزء المخروطي العلوي و قانون حركة العربة بدلالة نصف القطر اللحظي وارتفاع اللف اللحظي للماسورة نقوم بحساب ارتفاع الجزء المخروطي العلوي:

$$tg\ \alpha = (R-r) / H$$

$$H = (R-r) / tg\alpha$$

حيث أن (H) ارتفاع لمخروط العلوي و (R) نصف قطر الماسورة وهي مملوءة و (r) نصف قطر الماسورة وهي فارغة و (α) زاوية ميل المخروط. وبالتالي لإيجاد قانون حركة العربة يمكن كتابة ما يلي:

$$tg\alpha = (R-\rho) / y$$

$$R-\rho = y \times tg\alpha$$

$$R - y \times tg\alpha = \rho$$

حيث أن (y) ارتفاع اللف اللحظي و (ρ) نصف قطر الماسورة اللحظي.

ويكون قانون حركة العربة:

$$R\times y - \frac{1}{2}y^2 \times tg\alpha = y\times\rho$$

$$y\times\rho = v\times t\times \rho = c\times t$$

$$R\times y - \frac{1}{2}y^2 \times tg\alpha = c\times t$$

باعتبار سرعة اللف الخطية تساوي عدد دورات المردن بالدقيقة مضروبا بمحيط اللف والتي تساوي أيضا السرعة الخطية لاسطوانة التغذية الأمامية وهي (15) متر بالدقيقة وباعتبار عدد دورات المردن (1000) دورة بالدقيقة وباعتبار :

$$V_{wind-on} = \pi d_{wind-on} \times (n_{bobbin} - n_{traveller})$$

يمكن الحصول على القيم المبينة في الجدول 10-6، يكون عدد البرمات في المتر عند (A) و (B) هو :

$$T_A = \frac{9809}{15} = 654\ TPM, T_B = \frac{9920}{15} = 662\ TPM$$

جدول 10-6: حساب السرع

نقطة	سرعة الدبلة	سرعة اللف (دورة بالدقيقة)	
A	10,000 - 191 = 9,809 rpm	$n_A = \frac{15}{\pi \times 2.5 \times 10^{-2}} = 191\ revs$	
B	10,000 - 80 = 9,920 rpm	$n_B = \frac{15}{\pi \times 6 \times 10^{-2}} = 80\ revs$	

والفرق هو (1%) تقريبا ونتيجة العمليات اللاحقة سيتم إضافة البرم الزائد في النقطة (A) إلى القطر الأعظمي في النقطة (B) ذات البرم الأقل ليتم معادلة البرم بين النقطتين (تساويه) وبالتالي يصبح تأثير تغير سرعة الدبلة على برم الخيط صغيراً جدا.

10-4-6-3- بناء البكرة في آلة الغزل الحلقي

(Bobbin Build in Ring Spinning Machine)

- **أبعاد آلية اللف التصميمية**

قبل البدء في حساب آلية اللف يجب أن نتعرف على كيفية تغير شد الخيط وسرعة المردن خلال بناء أجزاء البكرة كما يبينها الشكل 10-82.

شكل 10-82: تغير شد الخيط وسرعة المردن خلال بناء أجزاء البكرة

يتم تقييد الحركة في الآلات الحديثة عن طريق المحركات والانفرترات كما ذكر سابقا، في بعض الآلات هناك حاجة لتصميم الكامات التي تقيد العلاقة بين انتقال العربة بالنسبة للزمن أو بالنسبة لزاوية دوران الكامة بتحديد نصف قطر الدائرة الأساسية الخاصة بإنشاء الكامة ورسم الكامة حسب الأسس النظرية الخاصة بتصميم سطح الكامة في مراجع الحركة وتصميم عناصر الآلات.

مثال عملي: بفرض لدينا المعطيات التالية لخيط قطن مفرد مبينة في الجدول 10-7.

جدول 10-7

Nm= 10	نصف قطر الماسورة فارغة (r) 10.5 mm	معامل انكماش الخيط (k_3) 0.96
نسبة اللف a=2	نصف قطر الماسورة مملوءة (R) 22.5mm	السرعة الخطية للتوريد (v) 11.7 m/min
K_2 للقطن 3.35 للصوف6-8	للخيط المفرد K_1=1.13 للخيط المزوي K_1=1.23 للصوف K_1=1. 3	ارتفاع العربة (H) 44.8 mm

- **حساب قطر الخيط:**

$$d_1 = \frac{K_1}{\sqrt{N_m}} = \frac{1.13}{\sqrt{10}} = 0.357\ mm$$

- **حساب الخطوة (البعد بين الخيطين)**

$$f = k_2.d_1 = 3.35.d_\pi = 1.196\ mm$$

- **حساب خطوة اللف بالطبقة الأساسية**

$$h_1 = d_1 + f = 1.553\ mm$$

- **حساب زمن تشكيل الطبقة الكاملة**

$$T = \frac{\pi.(R+r).H.(a+1)}{2.h_1.V.k_3.a.1000} = 0.2\ \text{min} = 12\ \text{sec}$$

يتم حساب الزوايا والزمن:

تتكون الطبقة الأساسية خلال شوط صعود العربة وبزمن T_1 من (2-4) إضعاف زمن هبوط العربة T_0 لتشكيل الطبقة المخرمة. الزمن الكلي T هو:

$$T = T_1 + T_0 = 3T_0 = 12\ sec$$
$$T_0 = 4\ sec$$
$$T_1 = 8\ sec$$

- **الزوايا:**

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_0 = 3\varphi_0 = 360^o$$
$$\varphi_0 = 120^o \text{ ، } \varphi_1 = 240^o$$

- **حساب ارتفاع اللف اللحظي y:**

$$y = \frac{R - \sqrt{R^2 - tg\alpha.H.(R+r)\frac{\varphi_i}{\varphi_{1.0}}}}{tg\alpha}$$

يبين الجدول 10-8 النتائج الحسابية لكل طبقة حسب القيم المحسوبة:

جدول 10-8: النتائج الحسابية لكل طبقة

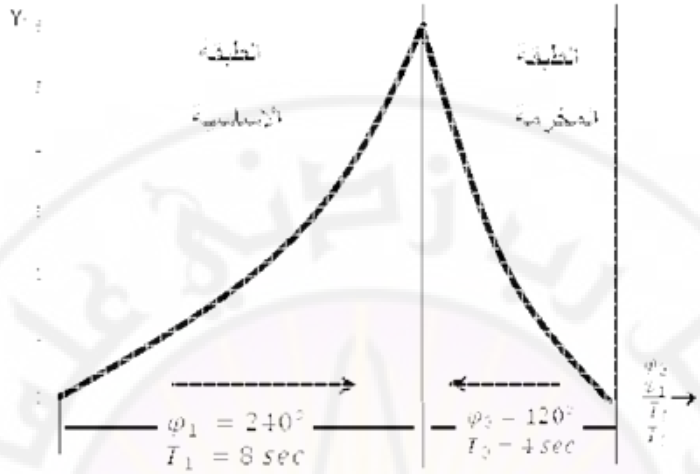
الطبقة	النسب	الطبقات					
		6	5	4	3	2	1
الأساسية	φ_1	240	200	160	120	80	40
	$\frac{\varphi_i}{\varphi_1}$	1	0.83	0.67	0.5	0.333	0.167
	T_1	8	6.65	5.32	3.99	2.66	1.33
	$\frac{T_i}{T_1}$	1	0.83	0.67	0.5	0.333	0.167
	Yi	44.8	34.35	26.1	18.47	11.66	5.68
المخرمة	φ_0	120	100	80	60	40	20
	$\frac{\varphi_i}{\varphi_0}$	1	0.83	0.67	0.5	0.333	0.167
	T_0	4	3.35	2.68	2.01	1.34	0.67
	$\frac{T_i}{T_0}$	1	0.83	0.67	0.5	0.333	0.167
	Yi	44.8	34.35	26.1	18.47	11.66	5.68

بالتالي نحصل على الخط البياني لحركة العربة (شكل 10-83) و يتم إنشاء سطح الكامة بناء على المعطيات السابقة حسب طرق بناء الكامة في الميكانيك الهندسي.

ويجب التنويه هنا إلى أنه ونتيجة لفارق السّرعة المحيطية بين الدبلة و الماسورة، تتم عملية لف الخيط على الماسورة بالعلاقة مع حركة العربة صعوداً وهبوطاً (شكل 10-84)، يتم لف الخيط على جسم الماسورة على شكل وحدات منفصلة عن بعضها البعض و يتعلق ذلك حسب حركة العربة والشّوط التي تقطعه خلال واحدة الزمن.

أولاً يُلف الخيط عند الطّرف السّفلي للماسورة ثم يتم الانتقال إلى الأجزاء العلوية منها ثم يتم بناء الجسم الخارجي بحيث انه بعد لف كل طبقة يتم انخفاض شوط العربة مقدار قطر الخيط الملفوف من أجل إحداث تماسك و تراص بين طبقات الخيط الملفوفة. يبين

الشكل 10-85 طريقة أتمتة العملية ككل في الآلات الحديثة مما يساهم في الحفاظ على الجودة ويخفض نسبة العيوب والأخطاء.



شكل 10-83



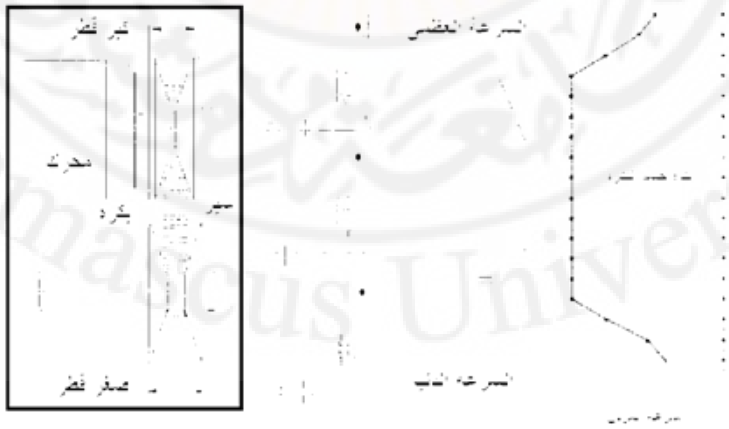
شكل 10-84: تغير سرعة المردن مع الزمن

ويتم التحكم بشد الخيط عن طريق

شكل 10-86



شكل 10-85 :عملية لف الخيط على الماسورة



شكل 10-86: التحكم بشد الخيط

10-4-7- حسابات خاصة بالغزل الحلقي

(Ring Spinning Calculations)

السحب الفعلي:

$$d_{actual} = \frac{\text{نمرة الخيط الناتج}}{\text{نمرة المبروم}}$$

السحب الميكانيكي:

$$d_{mech} = \frac{\text{نمرة الخيط (عند اسطوانة السحب الامامية)}}{\text{نمرة المبروم}}$$

حساب مسنن التغيير:

$$DCW = \frac{\text{ثابت السحب}}{\text{السحب الميكانيكي}}$$

عامل الانخفاض في نسب السحب بين السحب الفعلي والسحب الميكانيكي:

$$c = \left[\frac{d_{mech} - d_{actual}}{d_{mech}}\right] \times 100$$

حساب الطاقة اللازمة للتغلب على الاحتكاك:

بفرض وزن الدبلة 0.051 (gf) وتدور بسرعة 8000 (rpm) وقطر الحلقة 40 (mm)، الطاقة اللازمة للتغلب على الاحتكاك إذا كان معامل الاحتكاك (μ) 0.2 وعدد المرادن في الآلة 504 مردن.

no. of spindles = 504, W = 0.051 gf, θ= 40 mm, μ = 0.2

الحل:

قوة الطرد المركزية تساوي:

W = 0.000051 kgf

$$R_N = \frac{m.v^2}{r}$$

$$v = \pi \times D \times N = \pi \times \left(\frac{40}{1000}\right) \times \left(\frac{8000}{60}\right) = 16.75\ m/s$$

$$R_N = \frac{(0.051).(16.75)^2}{1000 \times \left(\frac{20}{1000}\right)} = 0.715\ kgf.m/s^2$$

$$F = R_N \times \mu = 0.715 \times 0.2 = 0.143\ \text{N}$$

القدرة اللازمة لتدوير مردن:

$$P_{spidle} = F \times v = 0.143 \times 16.75 = 2.395\ watt$$

القدرة الكلية:

$$P = P_{spindle} \times v = 2.395 \times 504 = 1207\ watts$$

حساب سرعة الدوران بالراديان بالثانية:

$$\omega = 2\pi N/60 = 2\pi\ (8000)/60 = 837.76\ \text{rad/s}$$

لحساب السرعة السطحية للدبلة وبفرض كانت السرعة منخفضة حتى (2000 rad/s) وقطر الحلقة (10 cm) :

$$v = r \times \omega = 5/100 \times 2000 = 100\ \text{m/s}$$

10-4-8- مخطط وحسابات نقل الحركة في آلة الغزل الحلقي

(Gearing Plan and Calculation in Ring Spinning Machine)

يبين الشكل 10-87 مخطط نقل الحركة في آلة غزل حلقي:

حساب السرع:

سرعة اسطوانة السحب الأولى:

$$n_1 = 1440 \times \frac{223 \times 26 \times 83 \times 72 \times 30 \times 103 \times 26}{404 \times 115 \times 82 \times 65 \times 44 \times 102 \times 29} = 124.37\ \text{rpm}$$

سرعة اسطوانة السحب الوسطى:

$$n_2 = 1440 \times \frac{223 \times 26 \times 83 \times 72 \times 30 \times 103 \times 70 \times 20 \times 32}{404 \times 115 \times 82 \times 65 \times 44 \times 102 \times 103 \times 112 \times 49}$$

$$n_2 = 10.99\ \text{rpm}$$

شكل 10-87: مخطط الحركة لآلة الغزل

سرعة اسطوانة السحب الخلفية:

$$n_3 = 1440 \times \frac{223 \times 26 \times 83 \times 72 \times 30 \times 103 \times 70 \times 20 \times 21}{404 \times 115 \times 82 \times 65 \times 44 \times 102 \times 103 \times 112 \times 47}$$

$$n_3 = 7.522 \text{ rpm}$$

حسابات السحب:

نسبة سحب المجال الأمامي: النسبة بين السرعة السطحية للاسطوانة الأمامية إلى السرعة السطحية للاسطوانة الوسطى.

$$d_1 = \frac{\pi \times 27 \times 124.37}{\pi \times 27 \times 10.99} = 11.32$$

نسبة سحب المجال الخلفي: النسبة بين السرعة السطحية للاسطوانة الوسطى إلى السرعة السطحية للاسطوانة الخلفية.

$$d_2 = \frac{\pi \times 27 \times 10.99}{\pi \times 27 \times 7.522} = 1.46$$

نسبة السحب الكلية: تساوي جداء نسبة سحب المجالين السابقين.

$d = d_1 \times d_2 = 11.32 \times 1.46 = 16.53$

حساب ثابت السحب:

نسبة السحب تساوي النسبة بين السرعة السطحية للاسطوانة الأمامية إلى السرعة السطحية للاسطوانة الخلفية. وبافتراض أن سرعة اسطوانة السحب الأمامية هي (1) دورة بالدقيقة و مسنن تغيير السحب (1) سن فيكون الثابت معطى بالعلاقة:

$$c_d = \frac{\pi \times 27 \times 1}{\pi \times 27 \times 1 \times \frac{29 \times DCW \times 20 \times 21}{26 \times 103 \times 112 \times 47}} = 1157$$

للتأكد من السحب:

$$d = \frac{c_d}{DCW} = \frac{1157}{70} = 16.53$$

$=1440*(223/404)*250/21$

حساب البرم: عدد البرمات بالانش للمبروم:

على اعتبار سرعة المردن:

$$n_{spindle}(rpm) = 1440 \times \frac{223 \times 250}{404 \times 21} = 9462.51$$

يكون:

$$TPI = \frac{n_{spindle}(rpm)}{n_{Front\ roller\ delivery}\left(\frac{inches}{min}\right)}$$

$$TPI = \frac{9462.51}{\pi \times \frac{27}{25.4} \times 124.37} = 22.79$$

لحساب ثابت البرم:

نفترض سرعة المردن (1) دورة بالدقيقة ومسنن تغيير البرم (1) سن فيكون ثابت البرم:

$$c_T = \frac{9462.51}{\pi \times \frac{27}{25.4} \times 1440 \times \frac{223 \times 26 \times 1 \times 72 \times 30 \times 103 \times 26}{404 \times 115 \times 82 \times 65 \times 44 \times 102 \times 29}} = 1891.9$$

$$TPI = \frac{c_T}{DCW} = \frac{1891.9}{83} = 22.79$$

10-5- بعض الأنظمة الميكانيكية – الكهربائية – الكترونية الملحقة (Other Mechanical–Electrical Systems)

يحقق نظام القيادة المستقلة لسلندرات السحب والمرادن سهولة ومرونة وسرعة ضبط مواصفات الخيط من خلال لوحة الآلة والتقليل من تقطع الخيوط بعد إقلاع الآلة و تقليل أعمال الصيانة الميكانيكية والضجيج و الاهتزازات مع المحافظة على مستوى جودة ثابت لفترات زمنية طويلة كنظام القيادة في آلات الغزل الحديثة لشركة مارزولي والمبين في الشكل 10-88. قامت شركة تويوتا (Toyota RX240 NEW) بتخفيض استطالة الخيط وزيادة زاوية الغزل لزيادة السرعة والحصول على افضل برم وبالون مستقر وتقليل عدد التقطعات.



شكل 10-88: ضبط المسافات بين الحلقة وزاوية التوريد والدليل وعربة الحلق

عملت شركة زينسر على تقليل مسار الخيط لتقليل التفاوتات في معامل البرم، حيث يقود محرك متحكم به لعناصر توجيه الخيط خلال بناء البكرة وذلك عن طريق برمجة طول اللف وخطوته وحركة العربة والتحكم بشد الخيط لإبقاء الشد ثابت. عملت شركة مارزولي على ضبط المسافات بين الحلق و زاوية التوريد والدليل وعربة الحلق للحصول على أفضل النتائج متناسبة مع الماسورة المستخدمة (شكل 10-88).

تتم عملية المزامنة بين المحركات وقيادتها لتحقيق وظائف آلة الغزل مع تامين حساسات مستقلة ترصد عدد وأنواع الخلل الناتجة عن أي انزلاق في نقل الحركة للمردن

أو تراجع بأداء الدبلة، وهذا بدوره يسهل للفنيين معرفة مصدر الخلل وإزالة أسبابه بسرعة ولها عدة مستويات مثلا في نظام ISM للمراقبة المستقلة لمغازل الآلة في المستوى الأول و بواسطة لمبة في نهاية الآلة على كل جهة يبين في أي جهة من الآلة يوجد الخطأ. في المستوى الثاني و بواسطة لمبة في كل مقطع من الآلة يبين في أي مقطع من الآلة يوجد الخطأ. في المستوى الثالث وبواسطة لمبة إشارة عند كل مردن بالآلة تشير إلى مصدر الخلل الحاصل بنوعين من الإضاءة مثلا إضاءة مستمرة تبين حدوث انقطاع الخيط، وإضاءة متقطعة تبين حدوث خلل فني بإنتاج الخيط ولكن دون انقطاعه.

لا تزال الأبحاث قائمة لتامين القيادة المستقلة مثل نظام FLEXIstart الذي يؤمن قيادة لمراكز السحب بأربع مراكز قيادية مستقلة (علب سرعة) وكل مركز يقود ربع كمية أجهزة السحب على الآلة. يعمل هذا النظام توافقياً مع نظام القيادة المستقلة لسلندرات السحب والمرادن (FLEXIdraft)، وهو نظام مثالي لتشغيل كميات تجريبية ويخفض كمية العوادم الناتجة عن تغيير بكر المبروم ويخفض من استهلاك الطاقة الكهربائية ويقلل من الضجيج نتيجة التخلص من المسننات ويؤمن انتشار أمثل لعمال آلات الغزل الحلقي. يتوفر في آلات الحديثة نظام التبريد المتكامل (مثل INTERcool) لجميع محركات وإنفيرترات الآلة، ويسحب الهواء الساخن الناتج عن إعادة تبريد السائل من الآلة مباشرة إلى أقنية التكييف. يمكن أن تعمل المغازل من طراز HPS لسرعات التي تصل حتى 25000 دورة/دقيقة وبالاستهلاك منخفض للطاقة الكهربائية بفضل استخدام رولمان دفعي مخفض. كما أن مجرى قاعدة المردن (مكان توضع السير) ضيق لتخفيض استهلاك الطاقة الكهربائية أيضاً.

يؤمن نظام قيادة السير المماسي (Zinser SychroDrive) عن طريق عدة محركات زمن منظمات لدوران المرادن لتخفيف الطاقة المطلوبة. ويؤمن قيادة مستقلة للاسطوانات السفلية ويقلل تفاوتات عدد البرمات وتحقيق النمر المطلوبة حسب الإعدادات المدخلة للآلة. يعمل نظام (Toyota ElectroDraft® System) بمحركات السيرفو الملحقة ذات القيادة المستقلة لقيادة اسطوانات السحب الأمامية والخلفية، بالإضافة لمحرك يقوم بتدوير 96 مردن وتحقيق نسب البرم حسب الإعدادات المطلوبة.

تعمل الأنظمة الحديثة على نزع سريع للمواسير الممتلئة (مثل نظام ROBOload) حيث يتم نزع سريع للمواسير الممتلئة من السير الناقل وتعبئتها في صندوق ومن ثم تحميله بمواسير فارغة وبسرعة تبديل عالية (شكل 10-89). وقد تم تطوير إكسسوارات تساعد على قطع الخيط وتقليل الجهد اللازم وتقليل الضرر على المغزل وتقليل العوادم كنظام تخليع المواسير (مثل الـ SERVOgrip الذي شرح سابقا).

شكل 10-89: أتمتة آلات الغزل الحلقي

توفر مركز السحب عالي الأداء تحكم أفضل بمسار الألياف ويقلل من التأثيرات السلبية للألياف السابحة في حقل السحب الأمامي مع تقصير المسافة الفاصلة عن زوج محاور التوريد إلى أدنى حد ممكن (مثل Ri-Q-Draft) المزود بذراع ضاغط يعمل تحت تأثير ضغط هوائي مركزي و بقفص داعم لحمل الجلدة السفلية، حيث ينخفض معامل اختلاف عدم انتظامية الخيط إلى أقل من 13% مقابل 15% لحالة استخدام

الضاغط النابضي العادي وكذلك هناك إمكانية لاستخدام مبروم بثخانة عالية، وبالتالي خفض كلفة إنتاج مرحلة البرم لان مقدار السحب التكنولوجي على آلة الغزل الحلقي الحديثة هو بالمجال (10 – 80). تتوفر أنظمة مراقبة جودة دوران الدبلة ومراقبة انقطاع الخيط مثل:

Monitoring systems Rieter Individual Spindle Monitoring

Zinser GUARD system (RovingGuard and FilaGuard)



شكل 10-90: مخطط قيادة آلة غزل حديث

يؤمن نظام التخليع الاتوماتيكي (ROBOdoff) تخليع كامل خلال دقيقة وأربعين ثانية، يتم خلالها عملية تخليع المواسير الممتلئة ونقلها على السير الناقل واستبدالها بأخرى فارغة مما يزيد إنتاجية الآلة الواحدة على مدار العام مع مراقبة مبرمجة لعملية تخليع وتبديل المواسير ويبين الشكل 10-90 مخطط قيادة كهربائي لآلة غزل حديثة. وهناك أنظمة متطورة لإنتاج خيوط البوكلية مثل نظام VARIOspin الذي يقوم بتشكيل تكتلات أو بتبديل سماكة الخيط أو بتبديل برمه، كما ويمكن الدمج بين هذه الطرق.

10-6- أسباب انقطاع الخيوط في آلة الغزل
(Yarn Brakeage Reasons in Spinning Machine)

من أهم أسباب انقطاع الخيوط في آلة الغزل الحلقي :

1. عيوب في الحلقة والدبلة أو بمعايرتهما.
2. اختيار خاطئ للدبلة والحاقة أو وجود ضرر بهما.
3. انخفاض جودة المبروم مثل انقطاعات أو أماكن سميكة أو ضعيفة أو مواد غير مسحوبة بشكل جيد.
4. تجمع المواد على اسطوانات السحب العلوية أو السفلية.
5. عيوب في فاصل البالون أو استخدام فواصل غير صحيحة.
6. عيوب بالمردن أو بموازنة دورانه وعدم تمركزه وبسبب اهتزازه
7. عيوب أو فقدان في سير جهاز السحب
8. مشاكل في محامل الاسطوانات العليا أو بتغطية اسطوانات السحب العلوية.
9. خلل في حركة شرائط تحريك المغازل
10. وضعية خاطئة لدليل الخيط
11. خطا في شروط التكييف (رطوبة عالية)
12. مواسير متضررة.

13. مشاكل ناتجة عن نقل المواد أو وجود عوادم في خليط المواد الأولية.
14. هناك مشاكل تتعلق بأخطاء في النصبة تؤدي إلى شد على المبروم أو بعدم التدريب الجيد للعمال أو نقص في الخبرة ومشاكل ناتجة عن عدم الالتزام ببرامج الصيانة.

10-7- طرق حديثة في تتبع المنتج على خطوط الغزل
(Modern Method of Product Observing in Spinning lines)

مرت أنظمة الغزل بمراحل تطويرية متتابعة من مرحلة الإنتاج اليدوي إلى مرحلة الإنتاج الآلي إلى مرحلة أتمتة بعض العمليات التكنولوجية والتي حدت من دور العامل في العملية الإنتاجية مع دخول مرحلة تطبيق الأنظمة الأوتوماتيكية في التحكم بالعديد من العمليات الإنتاجية كأنظمة المراقبة الالكترونية المستقلة لمغازل آلات الغزل الحلقي و نظام التحكم المباشر لمعطيات التشغيل على الآلات الإنتاجية (مثل نظام SPIDERweb). تساعد أنظمة المراقبة الالكترونية المستقلة على تحديد أسباب الخلل أو الخطأ عن طريق الوصول إلى المشكلة وتحليلها دون أي تأخير ضمن لائحة أوامر مرتبة زمنياً مع توفير إمكانية تخزين الطريقة التي تم بها تحليل النتائج كنمط خاص معرّف مسبقاً، واسترجاعها بشكل سريع عند الحاجة.

جميع البيانات التي ترصد بنظام المراقبة المستقلة يمكن قراءتها بواسطة كمبيوتر الآلة أو من الكمبيوتر المركزي لشبكة المراقبة الالكترونية لقسم الغزل. إن تنظيم تقرير الوردية، يظهر أكثر بيانات الإنتاج أهمية، ليسهل تحليل هذا التقرير ويمكنه أيضاً أن يفرز مجالات المعايير المسموح بها والمتوافقة مع متطلبات الزبائن مع نظام نوافذ تفاعلية على الحاسب والشبكة لتلقي المعلومات الآنية أو لانتقاء أو استرجاع المعلومات المخزنة في اللحظة المطلوبة وتوفر ما يلي:

- يمكن أن تكون المعلومات الصادرة عن النظام متوفرة أيضاً في الأقسام الإنتاجية من خلال لوحة مزودة بشاشة عرض الكترونية كبيرة، ويمكن تحديد البيانات

المرغوب بعرضها أو حجبها عن العرض، وهي بذلك تعتبر أداة تحفيز لعمال ومديري الأقسام الإنتاجية للمحافظة على وتيرة عمل عالية وتسمح لهم التحكم ومراقبة أخطائهم والاستغلال الأمثل للآلات الأمر الذي يساعد يرفع فعالية وكفاءة العمل.

- التحكم بفرز المعلومات تساعد تحقيق أسلوب من المراقبة المتعددة الفوائد لآلة واحدة أو لمجموعة من الآلات داخل معمل الغزل وتسمح بتحليل طويل الأمد.
- إمكانية تحديد الانحراف الأعظمي المسموح به وتمثيل حدود التجاوزات والتحذيرات الخاصة بمواصفات المنتج مع إمكانية تبديل البارامترات من أجل ضبط الحدود التي تناسب خطة العمل.
- تقديم تقرير شهري لبيانات الإنتاج مدعم بالأشكال والمنحنيات البيانية مما يساعد على الكشف عن الانحرافات في مراحل مبكرة.
- بيانات وأوامر مركزية يتم إرسالها لجميع الآلات مثل خطة تقسيم الورديات.

10-8- مواصفات فنية لآلة غزل حلقي حديثة

(Technical Specifications of Modern Ring Spinning Machine)

يبين الجدول 10-9 التالي مواصفات لآلة غزل حديثة:

جدول 10-9: مواصفات آلة غزل حديثة

يبين الجدول 10-10 مخطط الصيانة المقترح لأعمال الصيانة الخاصة بآلة الغزل الحلقي والمدد الزمنية لكل منها و يبين الجدول 10-11 أمثلة عن اسم الآلة واسم العنصر والعمر الافتراضي للعنصر حين يجب استبداله لبعض الآلات التجارية، ويبين الجدول 10-12 أعمال التنظيف الواجب تنفيذها على الآلة.

جدول 10-10: مخطط الصيانة المقترح لأعمال الصيانة الخاصة بآلة الغزل

Damascus University

جدول 10-11: أمثلة عن آلات الغزل و أسم العنصر والعمر الافتراضي للعنصر

جدول 10-12: أعمال التنظيف الواجب تنفيذها على آلة الغزل

Damascus University

الفصل الحادي عشر

11- آلة الغزل التوربيني

Rotor Spinning Machines

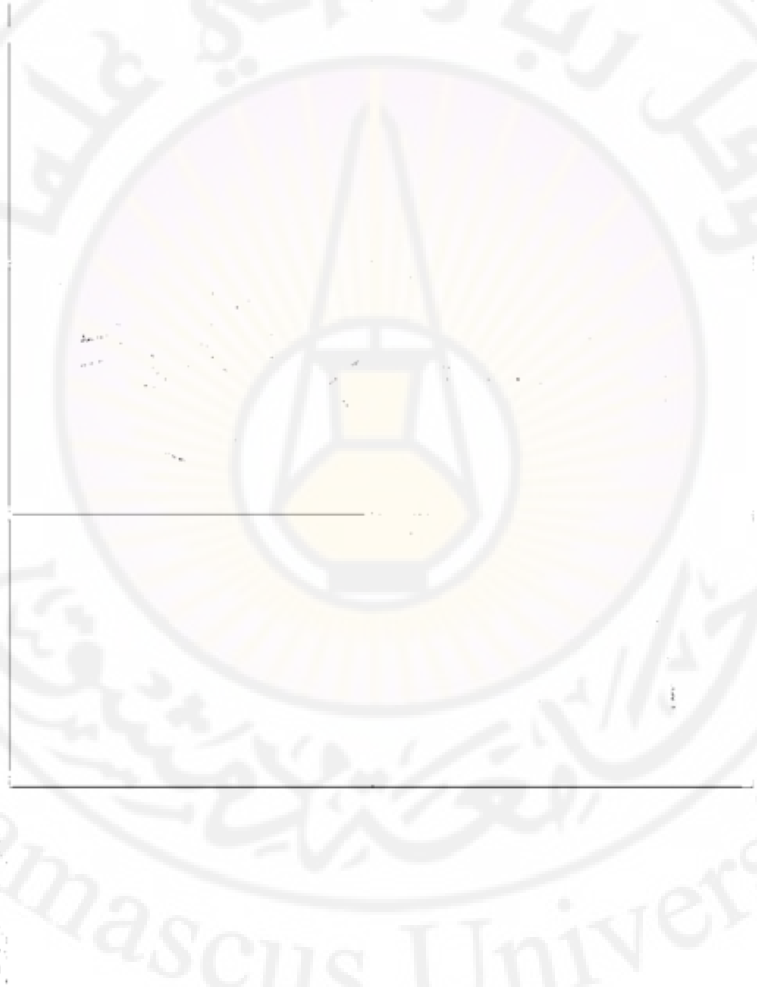
11-1- مقدمة (Introduction)

استخدم نظام الغزل التوربيني (Rotor Spinning System) بشكل كبير خلال سبعينيات القرن الماضي حيث يمكن اختصار مرحلتي البرم والتدويرات بالمقارنة مع مراحل نظام الغزل الحلقي مع إمكانية رفع إنتاجية العمل حتى 15 مرة مقارنة مع إنتاجية الغزل الحلقي وذلك مع زيادة وزن عبوة الغزل النهائي مع إمكانية نزعها من الآلة دون الحاجة لتوقيفها، تساعد أنظمة الغزل التوربيني على تقليل الطاقة اللازمة والمساحة والتكلفة وتحتاج إلى حوالي ثلث عدد العمال المطلوبين في أنظمة الغزل الحلقي ويساعد على ذلك استخدام أنظمة الأتمتة والتحكم الآلي وزيادة وثوقية العملية الإنتاجية.

بدأت فكرة نظرية غزل الطرف المفتوح عام 1937 من قبل (Berthelsen) في الدنمارك، وصمم أول نموذج للفكرة عام 1951 من قبل (Meimberg) في ألمانيا (شكل 7-1) . قام العالم Rohlena و مجموعته عام 1956 في تشيكوسلوفاكيا بتصميم أول نموذج تجاري للآلة في مدينة (Brunn) وتم إنتاج الآلة (BD200) عام 1967 وعرضها في معرض (ITMA) في (Basel, Switzerland) حيث كانت مكونة من روتور بقطر 75 مم وسرعة 25000 دورة بالدقيقة و برم 6 برمات بالمتر.

تم بيع أول آلة عام 1970 حيث قامت شركة (Suessen) بتطوير آلية القيادة للآلة وبقطر روتور 60 مم وسرعة 35000 دورة بالدقيقة. تم تطوير الآلة والبدء بأتمتتها في عام 1978 حيث أصبح الروتور بقطر 40-50 مم وتم تطوير صندوق الغزل وتطوير آلية التخليع، وفي عام 1989 وصلت سرعات آلات الغزل المطورة حتى 100000 دورة بالدقيقة وفي عام 1992 أمكن إنتاج خيوط بنمر ناعمة حتى (15-13) تكس وبسرعة روتور 120000 دورة بالدقيقة ووصلت إلى 150000 دورة بالدقيقة عام (3 أضعاف سرعة المغزل وسطيا) 1999. لازال هناك تطور في آلات الغزل التوربيني كما في

شركة ريتر، حيث تم استخدام أنظمة المراقبة الإلكترونية الدقيقة لكشف وإزالة عيوب الغزل لتساعد في تحسين جودة وصل الخيط مع إمكانية مضاعفة إنتاجية الآلة وتوسيع مجال نمر الخيوط المنتجة وبشكل خاص باتجاه النمر الرفيعة. نمرة الشريط المغذى لآلة الغزل التوربيني تتراوح بين 0.1 إلى 0.27 نمرة انكليزية ونمرة الخيط الناتج يتراوح بين 5 إلى 40 انكليزية أي 15 إلى 120 تكس ويمكن الحصول على نسب سحب بين 16 إلى 250 مرة ومعامل برم من 300 إلى 1500 برمة في المتر.



شكل 11-1: تطور آلة الغزل التوربيني

تنتج أنظمة الغزل التوربيني كونة بوزن أكثر من 1500 غرام أي اكبر بـ(20) مرة من كونة الغزل الحلقي وتنتج خيوط غليظة من ألياف قصيرة اقل تشعر ويكون البرم في الخيط أكثر بـ(10–15%) و القوة اقل بـ(15–20%) واستطالة أكثر بـ (10%) وانتظامية أفضل بـ(10–20%) ومقاومة تأكل أفضل بـ(20–30%) و زيادة بالإنتاج تصل من (2 – 4) مرات أكثر من الغزل الحلقي.

11-2- أجزاء آلة الغزل التوربيني والية العمل
(Rotor Spinning Machine Parts and its Working Principles)

تتكون الآلة بشكل عام من القيادة المركزية والتغذية واسطوانات التفتيح ووحدات الغزل واللف ومغذي البوبينات الفارغة مع نظام نقل البوبينات وروبوت للتنظيف والتوصيل وتغيير العبوات وسير ناقل للعبوات وأنظمة المراقبة التحكم .

تتألف وحدة القيادة من محرك لكل طرف من الآلة، هذا المحرك يقوم بتحريك كلا من الروتور والمحاور المساعدة ومسننات نقل الحركة، بالإضافة لمحرك وحيد لتحريك المنشار . يتألف مقطع بعض الآلات من 12 روتور في القطاع الواحد من كل طرف.

تتألف وحدة الشفط من مروحة شفط، حيث يوجد داخل الآلة دارة هواء وذلك لشفط الغبار ولسحب الخيط داخل الروتور. تقوم لفافة الخيوط بلف طبقة من الخيوط على الكونة وتتم عملية توصيل الخيوط بواسطة الروبوت.

يتألف صندوق الغزل من المنشار والعدسة الزجاجية والدوار ومغذي الشريط وبالإضافة للأقراص المزدوجة ويشكل صندوق الغزل مع وحدة اللف موقع الغزل. يمكن أن تكون أنظمة الغزل التوربيني إما باستخدام جهاز سحب (قليل الانتشار) أو باستخدام منشار تفتيح (الأكثر انتشارا)، يلحق بالآلة دوفر تبديل للكونات ومساعد الدوفر ليمده بالكونات الفارغة لتقليص زمن التبديل الكونات.

سمي نظام الغزل التوربيني بنظام غزل الطرف المفتوح نتيجة القطع الحادث في مجرى سير الألياف بحيث انه لا يوجد استمرار للطرف المغذى كما هو الحال في الغزل الحلقي. يبين الشكل 11-2 مبدأ عمل نظام غزل الطرف المفتوح حيث يغذى الشريط الموضوع في براميل الشريط القادمة من آلات الكرد أو السحب إلى منشار التفتيح عن

طريق اسطوانة التغذية، يقوم منشار التفتيح بسحب الألياف و تفتيحها وتحويل الشريط إلى ألياف منفصلة و مستقيمة ومتباعدة عن بعضها البعض مسافات صغيرة متساوية بالإضافة إلى فصل الشوائب كالأجزاء المتبقية من لوزة القطن والأتربة وغيرها لتخرج من الفتحة و تسقط و تتجمع على سير متحرك على طول الآلة. ألياف القطن المتبقية تتابع سيرها في قناة نقل الألياف بواسطة الهواء من منشار التفتيح إلى السطح الداخلي للروتور والذي يدور وبداخله طرف الخيط المغزول ليعطي للألياف الداخلة فيه البرمات اللازمة و تحويلها إلى خيط مغزول بنمرة معينة. يتم سحب الخيط بواسطة الاسطوانة ليلف بعدها على بكرة الخيط (الكونة).

شكل 11-2:مبدأ عمل الغزل التوربيني

تتراوح سرعة توريد الخيط من فتحة الروتور 20–100 متر بالدقيقة لتسمح بانفصال شريطة الألياف عن الجدار من دون تقطع لأن طرف واحد من الخيط يدور مع الحجرة ليتم برم الألياف، وتخرج لألياف من الحجرة على شكل خيط وتحل مكان الشريط المسحوب ألياف جديدة خلال زمن نزع الشريطة من الأخدود وبالتالي تتشكل طبقة ألياف لها نفس السماكة لتتم عملية النزع من دون انقطاع. يتميز تشغيل آلة غزل الطرف المفتوح بتأمين بيئة عمل نظيفة لصالة الغزل بالإضافة إلى أن نتيجة لسرعة دوران علبة الغزل العالية فان الخيط يخرج بسرعة عالية من الآلة مما يزيد من إنتاجية الآلة، يمكن تشغيل الآلة بدون إيقاف لمدة تتراوح ما بين 7 إلى 65 ساعة. يتم اختيار زوايا ميلان السطوح الداخلية للحجرة بحيث لا تعيق قوى الاحتكاك حركة الشعيرات وتحت تأثير قوى الطرد المركزية تتحرك هذه الشعيرات على القطر الأعظمي للحجرة, وبالنتيجة فإنها تتجمع في القناة على شكل شريط رفيع و يوجد في مركز الحجرة فتحة خروج.

11-3- آلية اللف في آلة غزل الطرف المفتوح (Winding Unit)

يزود معوض ميكانيكي للسرعات العالية والآلية بنابض وتم تطوير المعوضات ليتم قيادتها بشكل مستقل بمحرك خاص (Pulse Motor PQ40–200C; Nippon) كما يبين الشكل 11-3. يبين الشكل 11-4 الشكل المبسط لتشكيل الخيط بطول تعويض (Zb)

11-4- سلوك الألياف في الغزل التوربيني

(Fibers Behavior in Rotor Spinning)

اعتمدت الكثير من الأبحاث في الغزل التوربيني على أن الألياف تأخذ نفس السلوك سواء في تدفق الهواء الصفائحي أو في تدفق الهواء المضطرب. أجريت بعض التجارب في مجرى الهواء لدراسة تأثير المجرى على توازي الألياف ومن ثم تم اختبار تأثير تدفق الهواء على الألياف بسرعات تدفق مختلفة مع دراسة تأثير تغير تصميم مجرى (قناة) الهواء من خلال تغيير نصف زاوية ميلان جدران القناة ، (شكل 11-5).



شكل 11-3: التحكم في المعوض الميكانيكي

شكل 11-4 : طول التعزيض

يمكن قياس السرعات باستخدام مقياس سرعة الهواء عندما تعمل قناة الهواء بدون ألياف ومن ثم تم إهمال تغيير السرعة الناجمة عن الألياف بالنسبة للسرعة المقاسة لتسهيل التحليل والنمذجة الحاسوبية. في بداية العملية يُسحب الخيط إلى داخل الحجرة تحت تأثير الخلخلة المحدثة فيها و تدفع قوى الطرد المركزية الخيط من على الجدار إلى

طبقة الشعيرات الذي يلتصق بها. تتعلق الكثافة الخطية للغزل بكمية الشعيرات الداخلة في واحدة الزمن وبسرعة سحب الخيط.



شكل 11-5:نصف زاوية ميلان جدران القناة

عدد الازدواجات في الأخدود يساوي جداء عدد البرمات في المتر في محيط الروتور بالمتر ويزداد توازي الألياف مع تدفق الهواء كلما ازدادت سرعة تدفق الهواء، وأن ازدياد نصف زاوية جدران قناة الهواء يزيد من توازي الألياف. تمت دراسة استقامة الألياف وقد حدد عامل التسارع المتوسط في المتر (a_m) و يعطى بالعلاقة:

$$a_m = (V_2 - V_1) / l$$

حيث أن V_1 هو سرعة تدفق هواء المدخل و V_2 هو سرعة تدفق هواء المخرج و l هو الطول المتقارب ما بين مدخل ومخرج القناة.

يعرف السحب كنسبة بين سرعة ترك الألياف لأسطوانة التفتيح إلى سرعة الألياف المدفوعة من اسطوانة التفتيح، و\مع زيادة السحب تتحسن درجة استقامة الألياف على طول محور تدفق الهواء وذلك بسبب قوى السحب العالية الناتجة عن الاختلافات الكبيرة بين سرعات الاسطوانات القائدة نهايات الألياف. يؤدي تطبيق سرعة تدفق هواء ثابتة وسرعة أسطوانة تفتيح متزايدة إلى تأثير سلبي في توازي الألياف ودرجة استقامتها على طول محور التدفق. أما عند سرع ثابتة لأسطوانة التفتيح وسرع متزايدة لتدفق الهواء فيتحسن توازي الألياف ودرجة استقامتها على طول محور التدفق، مع اعتبار عدم تغيير شكل مجرى نقل الألياف الناتجة. يمكن استخدام تدفق الهواء المضغوط بالإضافة لاضطراب مجال تدفق الهواء من اجل انتاج الخيوط المفتنة.

طور الباحثان Kwasniak و Peterson تكنولوجيا لجعل ذلك ممكناً وذلك بنفخ الهواء المضغوط إلى قناة نقل الألياف في الشكل 11-6 . إن العوامل التي تؤثر على

خصائص الخيوط هي الفوهة وأخدود الروتور وقطر الروتور وسرعة الروتور وسرعة اسطوانة التفتيح والضخ (المستمر أو المتقطع) للهواء.

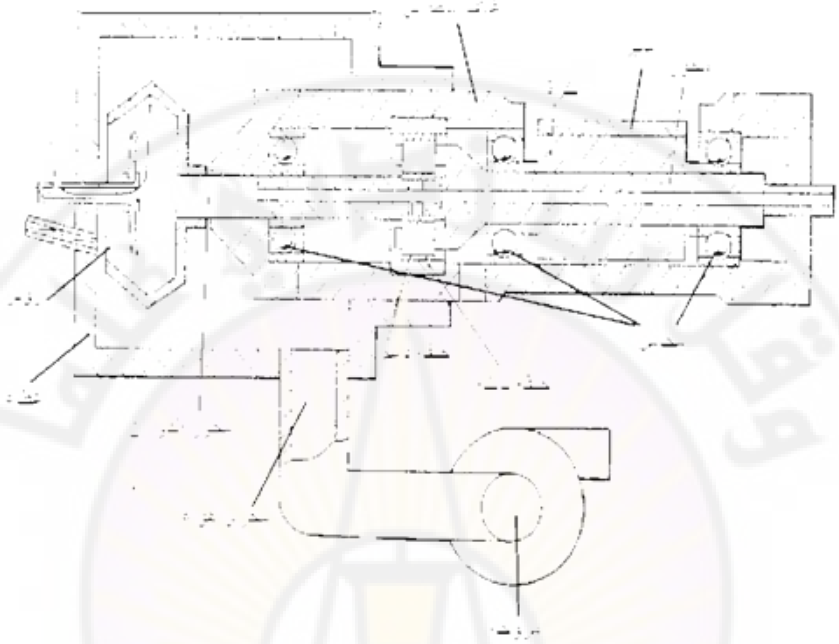
شكل 11-6:اتجاه تأثير الهواء المضغوط على جريان الألياف

11-5- الروتور (Rotor)

حجرة أو علبة تدخل فيها الألياف القادمة من اسطوانة التفتيح عبر قناة بواسطة تيار هوائي ينزع الألياف عن اسطوانة التفتيح لتنتقل إلى الروتور ونتيجة قوى الطرد المركزي الناتجة عن دوران الروتور (قد تصل إلى 100000 دورة بالدقيقة) يتم قذف الألياف إلى الجدران الداخلية للروتور حيث تكون الزوايا الداخلية مصممة لتخفيض الأثر السلبي لقوى الاحتكاك على الألياف. يتلقى الروتور الحركة من المحرك الكهربائي عن طريق طارة وسير مباشرة ويرتكز على محامل قليلة الاحتكاك وتتحمل سرعة عالية، تلعب سرعة الروتور دورا كبيراً ويجب أن تتناسب كمية الألياف الداخلة خلال واحدة الزمن مع سرعة خروج الخيط لتحقيق النمرة المطلوبة، شكل 11-7.

بالنسيبة للروتور (شكل 11-8)، تحدد الفتحات الثمانية الموجودة في جسم العلبة بحيث تكون المقاومات الهوائية ضعيفة وهنا يشار إلى أن معظم العلب تصنع من سبائك الألمنيوم الطري نتيجة الكتلة الصغيرة وعزم العطالة الصغير. ويبين الشكل التالي تصاميم مختلفة لفوهة خروج الخيط من الروتور والتي تصنع إما من المعدن أو من المواد السيراميكية تبعا لنوع مادة الخيط والإعدادات التي يتم تشغيل الخيط بها تكنولوجيا.

في حالة الصيانة أو فك الروتور لتغييره لأي سبب من الأسباب يكون الوقت اللازم لفك إعادة تركيبه كبيراً جدًا مما ينتج عنه عطل و حدة الغزل لمدة طويلة.



شكل 11-7:محور الروتور

شكل 11-8: الروتور

تتوضع العدسة (أقماع الوسط – Navel) بشكل مركزي بحيث يقابل مركز دوران الروتور فتحة العدسة، وتستخدم لتوجيه الخيط عند خروجه من الروتور متجها إلى الكونة ليتم لفه ولها أهمية في تحسين ملمس الخيط، يبين الشكل 11-9 أنواعاً مختلفة من العدسات. تستخدم العدسة ذات السطح الأملس لإعطاء ملمس ناعم لخيوط الأكريليك والخيوط القطنية، وتستعمل عند إكساب الخيوط برمات عالية. تستخدم العدسة ذات السطح المخرش لجميع أنواع الشعيرات و تعطي نسبة تشعر عالية للخيوط، واستقرار أكثر أثناء مرورها إلى الكونة ومعدل منخفض للبرمات. تستخدم العدسة الحلزونية للخيوط القطنية 100 % ، وخاصة خيوط الحياكة الدائرية لان الخيوط الناتجة ذات استقرار جيد ، وتكون هذه الأنواع من العدسات السيراميكية أو من الفولاذ الكرومي.

شكل 11-9: العدسة

تتعلق القوة الطاردة المركزية بقطر الروتور وسرعته دورانه، فخلال مراحل تطوير آلة الغزل التوربيني تم تحقيق رفع سرعة الروتور لقيم عالية من 30000 إلى 160000 دورة بالدقيقة، يرتبط هذا بتقليل قطر الروتور. بقياس القوة الطاردة المركزية (مقدرة بـcN\tex) كتابع للسرعة الدورانية للروتور و لمجال واسع من الأقطار المختلفة نلاحظ أن القوة الطارة المركزية تؤثر على الخيط و لا يمكن أبدا أن تتجاوز متانة الخيط ويبقى شد الخيط اقل من الشد في آلات الغزل الحلقي. يمكن تحديد مجال السرع المسموح بها لكل قطر روتور حسب الشكل 11-10 حيث لا يجب أن يتم تجاوز القيم العظمى للسرع حتى لا يحصل تأثير سلبي على المنتج والآلة.



شكل 11-10: علاقة سرعة الروتور مع قطر الروتور

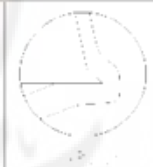
يصف الجدول 11-1 أنواعاً متنوعة للأخدود الخاص بالروتور، يلائم الأخدود ذو الزاوية الضيقة أو الأخدود الصغير نوع T و نوع K جميع المواد الخام النسيجية و يستخدم لتصنيع خيوط نسيج ناعمة ذات انتظامية و متانة جيدة. أما الروتورات نوع G فإنها ملائمة لجميع الخامات النسيجية و هي مفضلة لتصنيع خيوط التريكو المنفشة. الروتورات ذات الزاوية العريضة للأخدود نوع U و DS مناسبة لخيوط التريكو و خيوط الجنز و للقطن و خلائطه مع الألياف الصناعية. برز الروتور نوع TC بشكل ملحوظ في صناعة الخيوط عالية الجودة مع خصائص تشغيلية ممتازة . يمكن استخدام الروتور من نوع GM بمرونة عالية للخيوط القطنية الرفيعة لكل من عمليات النسيج و الحياكة.

يمثل دوران الروتور الاستهلاك الأكبر للطاقة الكهربائية في آلات غزل الطرف المفتوح، ولا بد أن تكون هذه الطاقة كافية للتغلب على مقاومة الاحتكاك في محمل الكريات الخاص بالروتور، ومقاومة الهواء للروتور أثناء الدوران، والمقاومة الناتجة من أنشاء السير الذي ينقل الحركة إلى الروتور بالإضافة إلى الطاقة اللازمة لدوران الروتور نفسه نتيجة وزنه. تمثل الطاقة المستهلكة للتغلب على مقاومة الهواء لدوران الروتور بالمعادلة:

$$U = D^{4} \times h \times \omega^{3} \times c$$

حيث أن (U) الطاقة بالوات و(D) قطر الروتور بالسنتيمتر و(h) ارتفاع الروتور بالسنتيمتر و(ω) السرعة الزاوية للروتور درجة/ثانية و (c) يعتمد على كثافة الهواء المحيط و درجة الحرارة .

جدول 11-1: أنواع الروتور وخصائص كل نوع

النوع	الخصائص و المميزات	النوع	الخصائص و المميزات
	صالح و منتشر لجميع الخامات للخيوط المضخمة و لأجل خيوط الحياكة		لخيوط النسيج الناعمة للخيوط جيدة القيمة صالح لجميع الخامات
	لنمر خيوط أخشن من 10Ne لخيوط الـDenim و خيوط الحياكة للقطن و خلائطه		من المفضل من أجل خيوط القطن الناعمة, لخيوط النسيج و الحياكة على حد سواء
	من أجل خيوط النسيج الناعمة القطن فقط		لخيوط ذات نمر أخشن من10Ne, للقطن و خلائط القطن لخيوط الـ Denim و الحياكة
	من أجل نمر خيوط أخشن من 12Ne يفضل لأجل خيوط الـDenim ثباتية في الغزل ومقاومة عالية لانتقال الألياف		

عند حساب الطاقة الكلية اللازمة، يجب أن نضع في الاعتبار دوران منشار التفتيح، وسير نقل عوادم المنشار، وسير نقل البكر، وشفط الهواء اللازم لنقل الشعيرات إلى الروتور، ونتيجة لتعدد الموتورات داخل آلة غزل الطرف المفتوح ينتج عن ذلك حرارة شعاعيه متولدة من المحركات يلزمها زيادة في طاقة التكييف داخل صالة الغزل حتى تصل إلى درجة الحرارة القياسية المطلوبة في التشغيل.

إن عملية تنظيف أخدود الروتور هي شرط مسبق لنجاح عملية الغزل. يمكن تطبيق استخدام النفث الهوائي في تنظيف الروتور لان الغالبية العظمى من تطبيقات تنظيف الروتور تتم أوتوماتيكيا خلال عملية الغزل من رأس الآلة وحتى أسفلها وأيضا عند كل محطة توقف وعند كل عملية تغيير للكونة. في الأنظمة الحديثة يتم تنظيف أخدود الروتور عبر وسيلة رأس التنظيف الدوار حيث يزود رأس التنظيف الدوار بكاشطتين، في حين انه يزود بثلاث فوهات لنفث الهواء لتنظيف الجدار المنزلق للروتور والأخدود.

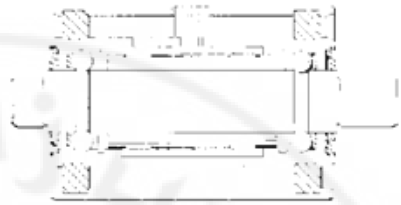
المطلوب لعملية غزل خالية من المشاكل وبجودة عالية هو نظافة الروتور والأخدود مما ينظم تكرار عمليات الإصلاح وتقليل زمن التنظيف ، فوصول الكونة إلى حجمها الكامل بدون وجود التنظيف الأوتوماتيكي يزيد من خطر تشكل غزول غير نظيفة بسبب اتساخ المواد الخام في الأخدود وبالتالي تحدث تغيرات في جودة الخيوط، وتصبح التكاليف الناتجة عن معالجة أسفل المجرى في الروتور أعلى بكثير من تكلفة التنظيف الأوتوماتيكي، خلال عملية تنظيف الروتور يتم أيضا تنظيف كل من فوهة سحب الخيط واسطوانة السحب ويوجد عدة تصاميم لذلك منها تصاميم بطرق ميكانيكية (فرشاة) وهوائية. يوجد نظامان لتنظيف الروتور إما بالتنظيف الهوائي عن طريق الهواء المضغوط بواسطة فوهات النفث الهوائي، أو بالتنظيف الميكانيكي بواسطة كاشطات. تم دمج كلا النظامين كما في الشكل 11-12.

شكل 11-11: نظام مدمج لتنظيف الروتور

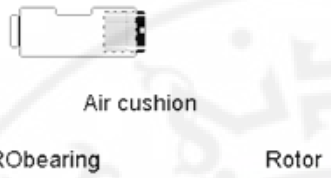
يرتكز محور الروتور على أقراص مثبتة على رولمانات قليلة الاحتكاك ويدور العمود بواسطة سير مسطح يمر بين الأقراص ذات القطر الأكبر من قطر العمود وبالتالي تكون سرعة الأقراص اقل بكثير من سرعة عمود الروتور وبالتالي زيادة في عمر الرولمانات. وتثبت الرولمانات بإطار خارجي مثبت بواسطة جلبة ومضغوط بواسطة سيغمانات، يتوضع المحور على محامل رولمانات وفي بعض الأحيان توضع الرولمانات على محامل كاوتشوكية ماصة للاهتزازات تسمح بزيادة السرعة حتى 60000 دورة بالدقيقة. ولكنها تستدعي زمناً اكبر للفك والتركيب مع اهتراء سريع للرولمانات وزيادة الحرارة المتولدة وهذا ما استدعى بعض الشركات لابتكار طرق أفضل تسمح بزيادة السرعة حتى 150000 دورة بالدقيقة كشركة سوزين بحيث تنقل الحركة عن طريق الأقراص. ويلعب تكييف الصالة دورا في التخلص من الحرارة الناتجة عن رولمانات الروتور للحفاظ على جو قياسي مناسب.

لرولمان الروتور دور كبير بعمل حجرة الغزل التوربيني وإمكانيته العمل بسرعات عالية وكما أن لرولمان الروتور تأثيراً مباشراً على استهلاك الطاقة الكهربائية على الآلة. وفي آلات الغزل التوربيني الحديثة يستخدم ثلاثة أنواع من الرولمانات وهي الزيتية والمغناطيسية والهوائية، شكل 11-12 وشكل 11-13 و شكل 11-14. يستخدم الرولمان الهوائي لتجنب الاحتكاك الميكانيكي حيث يوفر وسادة هوائية لتخفيض استهلاك الطاقة الكهربائية بالمقارنة مع الرولمانات الزيتية والمغناطيسية حيث يتم دوران الروتور

بفعل وسادة هوائية مع الرولمان بدون تماس مما يزيد من عمر الرولمان ويحقق سرعة عظمى للروتور تصل حتى 160000 دورة/دقيقة ويتمتع بخاصية التزييت الذاتي.



شكل 11-12: رولمان يؤمن تشحيم مستمر



شكل 11-13: الرولمان الهوائي

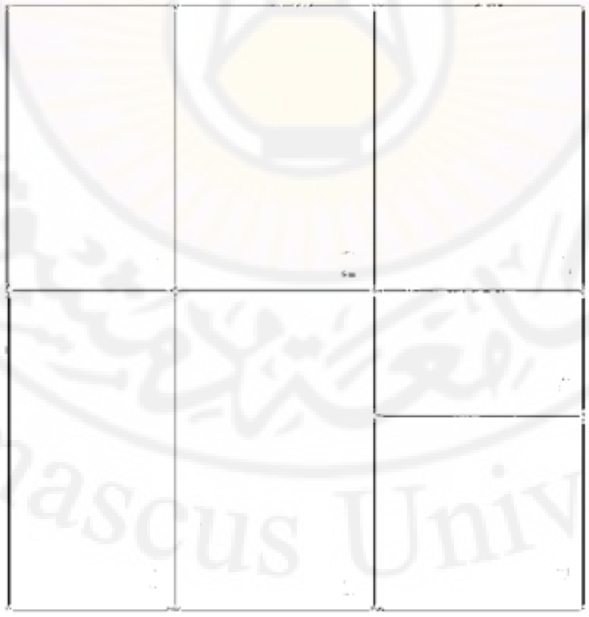
شكل 11-14: الرولمان المغناطيسي

تتطلب القوة الطاردة المركزية المتولدة من السرعات العالية طارات إدارة كبيرة تنتج عنها مشاكل أثناء دورانها حيث يحدث اهتزازات و عدم اتزان و توثر الضوضاء الناتجة من دوران هذا النوع في السرعات العالية على مستوى سمع العمال والحرارة العالية المتولدة من السرعات العالية تؤثر على العمر الافتراضي لهذا الرولمان. إما بالنسبة للطاقة، من المعروف أنه كلما زادت سرعة أي جزء ميكانيكي دوار زادت الطاقة اللازمة لتشغيله أما هنا و بالإضافة إلى ذلك فإن قطر الروتور يلعب دوراً هاماً في الطاقة

اللازمة لتدويره(تشغيله) حسب الشكل 11-15. وقد سُجلت عدة براءات اختراع لتصاميم مختلفة للروتور المار كهربائيا والكأس المتصل به والتي يمكن فكها إما ميكانيكيا أو مغناطيسيا دون الاتصال غير القابل للفك مع المحور (شكل 11-16).



شكل 11-15: تأثير قطر الروتور و سرعته على استهلاك الطاقة



شكل 11-16: تصاميم مختلفة للروتور

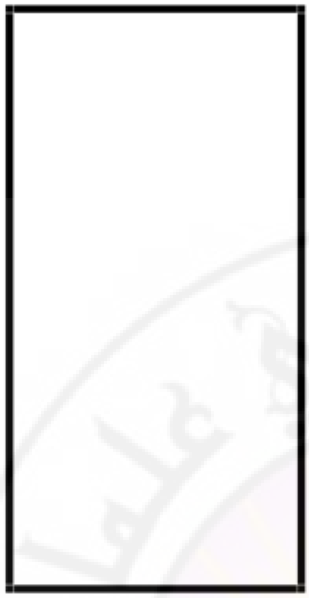
11-6- اسطوانة التفتيح (Opening Roller)

تعد اسطوانة التفتيح (المنشار) ذات الشكل الاسطواني ذات قطر 100 ملم وطول 30 ملم وسرعة دورانية تصل إلى 10000 دورة بالدقيقة من أهم أجزاء وحدة غزل الطرف المفتوح حيث لها أهمية في نوعية الخيط المنتج (شكل 11-17).



شكل 11-17: المنشار

يغطي سطحها كسوة ذات أسنان معدنية معالجة حرارياً وذات زوايا محددة حسب نوع المادة الأولية. أهم عناصر الكسوة هو شكل الأسنان وزاوية ميلان الجانب الأمامي من الأسنان (66 درجة للقطن و 90 درجة للسيللوز والألياف المخلوطة و 99 درجة للألياف الصناعية) و نسبة كثافة الأسنان التي تحدد الشكل السطحي للكسوة. تستخدم الكسوة العريضة من أجل القطن و الفسكوز الممشط و المسرح، يبين الشكل 11-18 أمثلة عن أنواع الكساوي الأكثر استعمالا.



شكل 11-18: كسوة المنشار

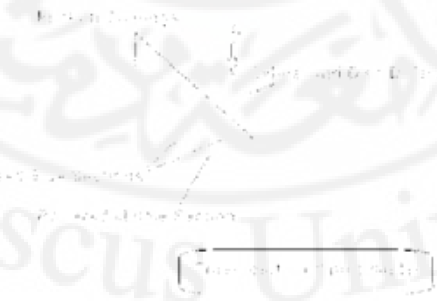
وهناك الكثير من العوامل التي تؤثر على مستوى الأداء و كفاءة التفتيح و استخلاص الشوائب في مضرب التفتيح ومن هذه العوامل الشكل الخارجي لأسنان المنشار وزاوية ميل الأسان على سطح المنشار وعدد الأسنان في البوصة المربعة و نوع المعدن المصنوع منه أسنان المنشار و معالجته الحرارية و معامل الاحتكاك لأحرف أسنان المنشار و موقع فتحة دخول الهواء بالنسبة للمنشار و حجم الهواء المار فوق سطح المنشار و السرعة السطحية للمنشار .

11-7- وحدة اللف (Winding Unit)

يعتمد مسار الخيط وحركته على الشوط وحلزون اللف وقيمة الشد للف اللازمة لتحقيق تجانس في البكرة المنتجة ويحقق دليل الخيط حركة الخيط مجيئه وذهابا، قوس التعويض وقضيب شد الخيط يتحكم بالاختلافات الناتجة بسبب طول الخيط بين اسطوانات اللف والذراع يكون أكبر من الطول بين اسطوانات اللف ومنتصف البكرة (شكل 11-19). تعويض طول المسار عن طريق قوس التعويض وقضيب التوتر كافية للبكرات ذات زاوية راسية تصل إلى 2 درجة وتعتبر بدون جدوى لإنتاج بكرات ذات زوايا راسية (3°51') أو (4°20).

شكل 11-19: قوس التعويض وقضيب التوتر

وبالتالي يتم استخدام اسطوانة لف تفاضلية ثلاثية الأجزاء لمحرك البكرة، والتي يتم تعويض الاختلافات في السرعة نتيجة تغير القطر عن طريق عجلة القيادة ومسنن القرص التفاضلي (شكل 11-20).



شكل 11-20: اسطوانة لف تفاضلية ثلاثية الأجزاء

يتألف رأس اللف من الذراع (الكريدل أو ذراع الكونة) و موجه الخيط وسلك حساس الخيط واسطوانة لف الخيط (الدرم) وجهاز لتشميع الخيط. يحمل الكريدل الكونة الملفوفة بالإضافة إلى تامين الضغط المطلوب للكونة على أسطوانة اللف بما يتناسب مع الكثافة الخطية للكونة، إن الضغط المركزي للكريدل قابل للتعديل حسب كثافة الكونة المطلوبة. يعمل موجه الخيط كدليل للخيط المراد لفه على الكونة ويتحرك بحركة ترددية إلى اليمين واليسار وفق طول شوط، ويحدد مقدار الشوط مقدار زاوية اللف، ويشرف سلك حساس الخيط الذي على استمرار عملية الغزل وذلك بمراقبة لف الخيط على الكونة، تتوقف عملية الغزل في حال عدم وجود خيط في موقع الغزل وتتوقف عملية اللف ليتم وصل الخيط، ويتميز رأس اللف بتخميد هيدروليكي لذراع اللف عند السرعات العالية.

أما اسطوانة التدوير فتعطي الحركة الدورانية للكونة وذلك من خلال تماسها المباشر مع السطح الخارجي للكونة وذلك بدون انزلاق. ترتكز اسطوانة التدوير على محور التدوير ويتميز سطح اسطوانة اللف بوجود مناطق متعرجة متوضعة إما في الوسط أو في أطراف السطح الخارجي لاسطوانة التدوير.

وحدة الشفط: تعتبر وحدة الشفط من الأجزاء المهمة في الآلة ويبين الشكل 11-21 مكوناتها الرئيسية وهي مروحة رئيسية ودكتات الضغط السلبي والفلاتر والمجاري والمروحة الإضافية ودكتات النزع. تتبع طرق للتعويض عن الانخفاض في الضغط السلبي للغزل مع زيادة تغطية الفلتر وهي الحفاظ على الضغط السلبي ثابتاً، أي سرعة المروحة، وبالتالي تزداد الضغوط السلبية بشكل مستمر كما يزيد تغطية الفلتر. يتم مراقبة الضغط السلبي للغزل باستمرار من قبل حساسات وتعديلها وفقا لحالة الفلتر وامتلائه بالشوائب. ولكن هناك زيادة في استهلاك الطاقة أيضا مع ارتفاع خرج المروحة. عند تغطية الفلاتر يجب إزالة طبقة التغطية المتراكمة يدويا ويساعد الضغط السلبي للغزل ومروحة الشفط على التخلص من العوادم من مربع الغزل ووضعها على حزام ناقل ويغذى الفلتر من فتحات الشفط من الجانبين الأيسر والأيمن للجهاز. يتم التحكم في فتحات الشفط بفوهة شفط بجانب الحزام الناقل المشغل، تغلق فوهة الشفط النشطة ويتم تشغيل فوهة الشفط على الجانب الآخر إذا غير الحزام السير اتجاه الحركة.

شكل 11-21: وحدة الشفط

يتم توليد الضغط السلبي اللازم لعمل روبوت الغزل بواسطة المروحة الإضافية في طرف الآلة، يتم وضع قناة التفريغ (شفط) لروبوت الغزل بين قضبان سكة الروبوت الداخلية. تفتح قناة التفريغ خلال أوقات محسوبة ويغلق بواسطة أغطية (ألواح). عندما يقترب الروبوت لمكان الغزل يتم فتح الأغطية ويطبق الضغط السلبي للروبوت. يتم التحكم في التخلص من العوادم من قبل نظام التحكم في الآلة، يوقف نظام التحكم تحرك الروبوتات لفتح صندوق الفلتر وتنظيفه وتتحرك سيور نقل العوادم (واحد لكل طرف للآلة) بالتناوب للأمام والخلف عن طريق الحساسات. تقوم وحدات شفط على إزالة العوادم من صندوق الغزل ونقله إلى الفلتر المركزي (شكل 11-22).

يتم نقل البكرات الفارغة عن طريق سيور نقل مزدوجة (شكل 11-23) ومقادة بمحركات مستقلة لكل طرف من الآلة، يقوم نظام التخليع بوضع المواسير الفارغة مكان المواسير الممتلئة وذلك يحركه مدروسة تعمل على وضع ماسورة فارغة على حامل الماسورة الفارغة للروبوت.

on off

سير زالة الشوائب

شكل 11-22:سير إزالة لعوادم مع وحدة الشفط

شكل 11-23:تزويد المواسير الفارغة عن طريق سير ناقل

إن تزويد الآلات بروبوت مؤلف من أجزاء ولكل جزء منه وظيفة معينة لتسهيل صيانته وخدمته دون الحاجة لخبرات ومهارات خاصة حيث يعمل بسرعة عالية لوصل وتبديل الكونة ويوفر نظاماً متطوراً لتنظيف الروتور مع إمكانية تحديد مسار واتجاه دوران ومنطقة عمل الروبوت من لوحة الآلة حتى خلال عمل الآلة. يمكن أن تجهز آلات الغزل التوربيني بـ 4 روبوتات (2 في كل جانب من الآلة)، وعادة ما يتم تنسيق تنظيم حركتهم وتنسيقها جيئة وذهابا ضمن نطاق العمل وضمان عملها لجميع المراكز الغزل على التتالي في اتجاه الحركة نحو الأماكن المطلوبة ويمكن أن تحسن وتطور طريقة عمل الروبوتات بما يناسب حالة تشغيل الآلة. يتوضع الروبوت في أعلى آلة الغزل، ويتحرك على جانبيها، ويتألف من مجموعة من الأذرع الميكانيكية التي يتحكم بحركتها وفق برنامج تحكم الالكتروني، ويلعب الرجل الآلي دوراً هاماً في زيادة الإنتاجية وذلك من خلال عملية ربط الخيط الاتوماتيكية وبالإضافة لتبديل الكونات الممتلئة (شكل 11-24). ولدى وصول الكونة للقطر المطلوب تعطي إشارة للرجل الآلي بالحركة لموقع

الكونة الممتلئة من أجل عملية التبديل، والتي تتم بإبعاد ذراع الكونة، ودفع الكونة لسير ناقل ووضع الكونة الفارغة مكانها ليتم عملية اللف عليها من جديد.

أما عملية لف الخيط على الكونة الجديدة فيتم وفق نموذجين الأول وهو التقليدي حيث تعتمد عملية اللف على وجود كمية ملفوفة من الخيط على الكونة، من قبل لفافة توجد عند رأس الآلة، و يتم ربطه بواسطة شفط الخيط الملفوف عليها مع الخيط الخارج من علبة الغزل .أما النوع الثاني فهو الحديث والأكثر تطورا ويعتمد على وصل الخيط مباشرة على الكونة، وهذه الطريقة حديثة وسريعة وتؤدي إلى زيادة الإنتاج. صممت شركة ريتر روبوت (SPINCOMAT) لآلة RU14 وينجز عملية تنظيف الحجرة ويوصل الخيط المقطوع ويبدل الكونة المليئة بأخرى فارغة وينقل المملوءة إلى السير لآخر الآلة ويقاد من نظام التحكم المركزي.

شكل 11-24: الروبوت

يتم توفير الطاقة لجميع وحدات التحكم بواسطة محرك موصول مع مولد، يقع المحرك والمولدات في رأس الآلة. تولد كتلة دولاب الموازنة للمحرك ثلاثي الطور طاقة كافية لتلافي اثر انقطاع التيار الكهربائي على المدى القصير لثوان قليلة دون التسبب في إيقاف مفاجئ للآلة. يسبب استعمال تورك ستوب (شكل 11-25) حجزاً للبرمات الحقيقية و يدعم البرم الوهمي و إعاقته بشكل قليل, وينتج عن هذا زيادة في ثبات الغزل. يجب أن يستعمل تورك ستوب بالارتباط مع وسيلة النفخ على العربة كورومات وينصح باستعماله لخيوط التريكو و الخيوط ذات نمرة 50 مترية و أرفع .

شكل 11-25: تورك ستوب

11-8- مخطط نقل الحركة وحسابات خاصة بأجزاء آلة الغزل التوربيني

شهدت آلات الغزل التوربيني سلسلة من التطورات للتحكم بحركة الأجزاء عن طريق استخدام محركات كما في الشكل التالي (US Patent- 3,704,579) في الشكل 11-26. ويبين الشكل 11-27 علبة المسننات الموجودة في وحدة القيادة في الآلة.

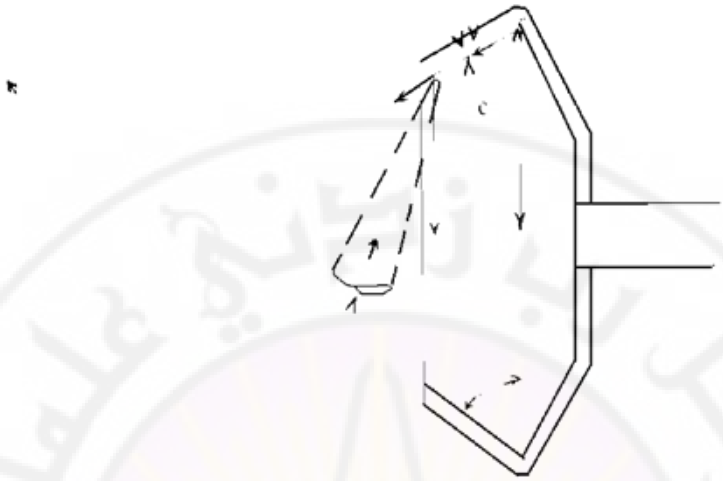
هناك وقت لازم لوصول الروتور من حالة السكون إلى سرعته القصوى، ويعتمد على عزم القصور الذاتي للروتور وبالتالي مدى مقاومة الهواء له وعادة هذا الوقت يتراوح من 2 إلى 3 ثواني، وأثناء هذه الفترة القصيرة من الوقت يحدث انزلاق بين سطح السير وعمود الروتور حتى يصل إلى السرعة القصوى، وأثناء هذا الانزلاق يتحول تبدد هذه الطاقة إلى حرارة على سير نقل الحركة و نتيجة لكبر مساحة سطح السير بالإضافة إلى الهواء المحيط يساعد على تبريد هذه الحرارة المتولدة من عملية الانزلاق دون أن تؤثر على سطح الأقراص المزدوجة المصنوعة من المطاط الصناعي بولي يوريثين كذلك لا تؤثر على عمود الروتور المصنع من صلب الكروم، كما أن هذه الحرارة المنبعثة نتيجة احتكاك عمود الروتور مع سير نقل الحركة تحدث في حالة فرملة الروتور .



شكل 11-26: مخطط نقل الحركة عن طريق السيور للآلات التقليدية

شكل 11-27: علبة المسننات

أثناء وجود الألياف على جدار الروتور المائل، تؤثر في كل شعيرة مجموعة من القوى تتوازن فيما بينها لتدفع الشعيرة من الجدار حتى مقدمة أنبوب(مخروط) النقل أو التقليع كما في الشكل 11-28.



شكل 11-28:القوى المؤثرة على جدار الروتور

لدينا المعادلة التصميمية التالية:

$$R_{max} = X_{max}.cos\alpha$$
$$R_0 = X_0.cos\alpha$$

حيث (R_{max}) نصف القطر الأعظمي لأخدود الروتور و (R_0) نصف قطر الحرف العلوي للروتور و (α) زاوية أخدود الروتور تتراوح بين 0 و 90 درجة و (X_{max}) الإحداثي السيني لأخدود التجميع و (X_0) الإحداثي السيني على مخرج أنبوب النقل.

إن كتلة الألياف تتحرك على المحور الإحداثي X بالاتجاه الموجب و يوجد خمس قوى تؤثر على جدار الروتور وهي (**G**) قوة الجاذبية التي تهمل لصغرها و (**C**) القوة الطاردة المركزية و (**N**) القوة الطبيعية و (**F**) قوة الاحتكاك و (**I**) قوة العطالة.

يوجد علاقة بين قطر الروتور و سرعته الدورانية من جهة و بين قوة شد الخيط الشد التي يتعرض لها الخيط أثناء عملية الغزل من جهة أخرى . يتم تحديد توتر الخيط من سرعة الروتور و قطره وذلك بالعلاقة:

$$T = 0.72\ q\ \omega^2\ R^2$$

حيث أن (R) القطر الأعظمي للروتور mm و (ω) السرعة الدورانية sec^{-1} و (q) الكثافة الخطية للخيط tex و (T) قوة شد الخيط في الروتور cN. إن زيادة السرعة مع

تثبيت قيم بقية البارامترات يسبب زيادة في توتر و شد الخيط و انخفاض في متانته. وتعطى القوة الطاردة المركزية المؤثرة على نهاية الخيط داخل الروتور بالعلاقة:

$$C = T\, n^2\, R^2$$

حيث أن (T) الكثافة الخطية بالتكس و (R) نصف قطر أخدود الروتور بالمتر و (n) عدد دورات الروتور بالدقيقة. عند سرعة الروتور 94.2 (m/s). تنشأ لدى الشعيرة قوة طرد مركزية مساوية 0.15 سنتي نيوتن, أي بما يعادل 30000 مرة من وزن الشعيرة . وعند دوران حجرة الغزل التوربينية بأقل من 15190 دورة / دقيقة فإن عملية تشكيل الخيط لن تحدث. لأن الشعيرات لا يمكنها أن تدخل في المنطقة المشكلة للخيط (المنطقة الثانية في الحجرة) . ويكون الشد المطبق على الخيط (F) خلال الغزل هو :

$$F = k_1\, R^2\, n^2\, T \qquad (cN)$$

حيث (k_1) ثابت، يمكن حساب الشد بطريقة تجريبية (Grosberg) بعد معرفة السرعة الزاوية للروتور (ω) كالتالي:

$$F = 0.6\ T.\omega^2\ .R^2$$

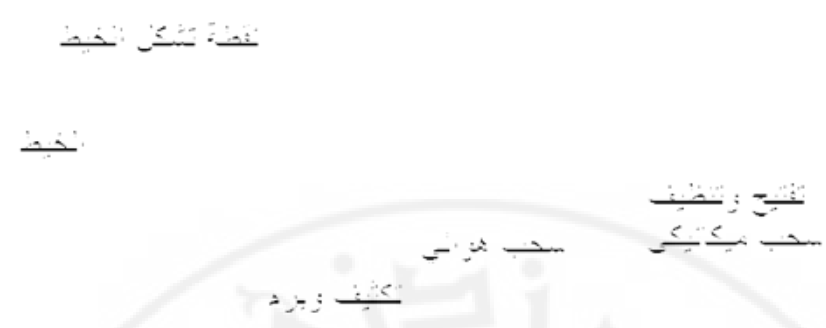
تكون القيمة الحقيقية للشد اكبر من القيمة المحسوبة حوالي (28%) نتيجة مقاومة الهواء وقوى الاحتكاك المؤثرة على الخيط، يمكن إضافة معامل تصحيح بمقدار (20%) لتصبح العلاقة كالتالي:

$$F = 0.72\ T.\omega^2\ .R^2$$

يكون الاختلاف في قوة الشد ملحوظاً أكثر في النمر الناعمة أكثر من النمر الغليظة ومع انخفاض قوة الشد في الخيط ينخفض العزم الناتج عن البرم. يعطى العزم المؤثر على الخيط على حلقة الخيط على عدد الألياف في المقطع وقطر الخيط وسرعة الروتور ومعامل البرم ويعطى بالعلاقة:

$$M = P\ .r.\ a$$

حيث أن (P) الشد المطبق على الخيط في نقطة تشكل الخيط و (r) نصف قطر الخيط و (a) معامل البرم.



شكل 11-29: نظام الغزل التوربيني

يعطى السحب ($d_{\text{comber roll}}$) الناتج عن اسطوانة التفتيح كنسبة بين السرعة الخطية ($m/\min$) لاسطوانة التفتيح إلى السرعة الخطية ($m/\min$) للشريط المغذى (اسطوانة التغذية) كما في الشكل 11-29 بالعلاقة:

$$d_{\text{comber roll}} = \frac{V_{\text{comber roll}}}{V_{\text{Sliver feed}}}$$

وتكون نسبة السحب:

$$d_{\text{comber roll}} = \frac{V_{\text{comber roll}}}{V_{\text{Sliver feed}}}$$

ونسبة السحب الناتج عن شد الخيط:

$$d_{\text{YarnTension}} = \frac{V_{\text{Delivery Cylinder}}}{V_{\text{WindingShaft}}}$$

ويعطى البرم في الخيط (tpm) الناتج كنسبة بين عدد دورات الروتور بالدقيقة إلى سرعة توريد الخيط ($m/\min$):

$$T_Y = \frac{n_R}{V_Y}$$

حيث تعطى سرعة الخيط (V_Y) من فرق السرع الدورانية لذراع الخيط (n_Y) وللروتور (n_R) ومن قطر الروتور:

$$V_Y = (n_Y - n_R).\pi.D$$

$$n_Y = \frac{V_Y}{\pi . D} + n_R$$

$$\frac{n_Y}{V_Y} = \left[\frac{1}{\pi . D}\right] + \frac{n_R}{V_Y}$$

بإهمال المقدار $\left[\frac{1}{\pi.D}\right]$ تصبح المعادلة :

$$T_Y = \frac{n_Y}{V_Y} = \frac{n_R}{V_Y}$$

وتعطى القيمة المئوية لفرق قيمة البرم ($\Delta T\%$) كنسبة بين قيمة الفرق بين البرم المعطى للآلة ($T_{machinetwist}$) والبرم المقاس ($T_{Measuredtwist}$) إلى قيمة البرم المعطى للآلة ($T_{machinetwist}$) بالعلاقة:

$$\Delta T[\%] = \frac{T_{Measured\ twist} - T_{machine\ twist}}{T_{Machine\ twist}} \times 100$$

تعطى القيمة (ΔT) لخيط قطن (100%) بين (0 و 20- %) أما لخيط ممزوج قطن وبوليستر فتكون بين (10- و 45- %)، يعطى عدد الازدواجات ($N_{doublings}$) في أخدود الروتور ذي المحيط ($C_R(mm)$) بالعلاقة:

$$N_{doublings} = \frac{n_R}{n_Y - n_R} = \frac{\frac{n_R}{V_Y}}{\pi . D} = \frac{n_R}{V_Y} . \pi . D$$

تصبح العلاقة:

$$N_{doublings} = T_Y\,(tpm) \times \frac{C_R\,(mm)}{1000}$$

عدد دورات حجرات الغزل (دورة/دقيقة)

$$n_k = (f + 2t) n . \eta / d$$

حيث إن (f) قطر البكرة المتوضعة على محور المحرك الكهربائي و (t) سماكة السير على البكرة (3 mm) و (η) معامل انزلاق السير على البكرات و (d)قطر بكرة نقل الحركة إلى حجرة الغزل (18 و 10 ملم للحجرات التي قطرها 67 و 54 ملم).

شكل 11-30: قيادة محاور التغذية والتوريد واللف

سرعة السير الخطية (م/دقيقة)

$$v_1 = \pi(f + 2t) \cdot n \cdot \eta \cdot 10^{-3}$$

عدد دورات مضرب فصل الشعيرات (دورة/دقيقة)

$$n_2 = v_2 \cdot 1000 / (\pi \cdot d_2)$$

حيث إن (v_2) سرعة السير الخطية في نقل الحركة إلى مضرب الفصل للشعيرات و (d_2) قطر البكرة لنقل الحركة إلى مضرب الفصل (23.5 mm) و (k) قطر البكرة المتغير على محور المحرك الكهربائي.

$$v_{Peir2} = \pi(k + 2t) n \cdot \eta / 1000$$

سرعة السلندرات الخطية التوريد (م/دقيقة)

$$v_B = \pi \cdot d_B \cdot n_B \cdot 10^{-3}$$

$$v_B = n_k / k$$

$$k = a_T \cdot 100 / \sqrt{T}$$

نسبة السحب العامة للآلة:

$$E = T_a / T_n \qquad \text{أو} \qquad E = v_B / v_b$$

$$E = \pi \cdot d_B \cdot n_B / (\pi \cdot d_b \cdot n_b)$$

حيث إن (v_b) سرعة السلندرات الخطية التغذية (م/دقيقة)و (d_B) قطر سلندرات التوريد (65 ملم) و (nB)عدد دورات سلندرات التغذية (دورة/دقيقة) و (db) قطر السلندر المغذي (25.3 mm) و (nb) عدد دورات سلندر التغذية (دورة/دقيقة) وتتعلق بوضعية فاصل واصل علبة السرعة السفلى.

لتأمين شد ثابت للخيط بين سلندرات التغذية وسلندرات اللف عند تغير الكثافة الخطية للخيط أو دورات حجرة الغزل في نقل الحركة من سلندر التغذية إلى سلندر اللف يدخل مسنن اللف المتغير. نسبة السحب الجزئي بين سلندرات التغذية وسلندرات اللف.

$$E_{B-M} = v_B / v_M = \pi \cdot d_B \cdot n_B / (\pi \cdot d_M \cdot n_M)$$

حيث إن (d_M) قطر سلندر اللف (65 mm)و (n_M)عدد دورات سلندرات اللف (دورة/د). يسمح تغير نسبة السحب بين سلندرات اللف والتغذية على الحصول على لف الخيط على البوبينة بكثافات مختلفة.

لحساب مستوى تقطعات الخيط على الآلة يكون عدد التقطعات على 1000 حجرة غزل في الساعة:

$$C_o = C.\ 1000/(t.n)$$

حيث إن (C) عدد التقطعات المثبتة خلال زمن المراقبة و (t) زمن المراقبة (ساعة) و (n) عدد حجرات الغزل العاملة التي أُجري عليها المراقبة.وحصل فيها تقطعات.

ويمكن حساب عدد التقطعات في واحدة طول الغزل وتكون عدد التقطعات على 1000 كم خيط:

$$C'_o = C_o.1000/(t.n.v_B.60)$$

شكل



11-31:المخطط الحركي لآلة الغزل التوربينية ДБ-200

11-9- تطور آلة الغزل التوربيني

(Improvement of Rotor Spinning Machine)

هناك نوعان من آلات الغزل التوربيني الحديثة حسب طريقة وصل الخيوط وتبديل الكونات، إما آلات غزل توربيني أوتوماتيكي لوصل الخيوط وتبديل الكونة، أو آلات غزل توربيني نصف أوتوماتيكي لوصل للخيوط. من أهم الشروط الواجب لحظها باختيار الآلات الحديثة هو شمولها على آخر التطورات الفنية التي ترفع من أداء الآلة ومن جودة الخيط المنتج. يصل عدد رؤوس آلات الغزل التوربيني الحديثة حتى 500 روتور وبسرعة حتى 160.000 دورة/دقيقة، وتعتمد القيادات الرئيسية للحركة بالآلة على انفيرترات، لذلك فجميع المعايرات كالسحب يتم بواسطة لوحة تحكم (شكل 11-32) دون الحاجة إلى تبديل أي من المسننات أو السيور والتي قلّ عددها بشكل عام في الآلات الحديثة وأدى ذلك إلى انخفاض استهلاك الطاقة مع إمكانية تجهيز الآلة بنظام الكتروني لإنتاج الخيوط المفتلة مع المحافظة على ثباتية جودة الخيط.

شكل 11-32: لوحة التحكم

القطر الأعظمي للكونة الناتجة 25 سم بوزن يصل إلى 6 kgf وقطر البرميل المغذي يصل حتى 47 سم مع صفين من البراميل تحت الآلة لتقليل المساحة. يمكن

تزويد الآلة بقطع تناسب نوع المادة الأولية وغرض الاستعمال ونمرة الخيط ودرجة التشعر.

بعض أنواع آلات الغزل التوربيني نصف الأوتوماتيكي مزودة بمحركات مستقلة لكل رأس وهو ضروري لحالة إنتاج الخيوط المفتلة ويساعد على إعداد كامل محددات وبيانات الإنتاج الآلة من خلال الكمبيوتر بالآلة، و تزود أنواع أخرى من الآلات بنظام توقيف يحافظ على نهايات الخيوط ضمن الروتورات عند انتهاء الوجبة أو طلب توقيف لأسباب مختلفة بالرغم من أثرها على ضمان إنتاج وصلات موحدة المواصفات والمظهرية. توفر الآلات نصف الأوتوماتيكي الحديثة مرونة بالعمل بفضل إمكانية تزويد الآلة بقيادة مستقلة تامة لكل جهة من الآلة وتساعد على سرعة تنفيذ طلبات تصنيع محدودة الكمية لغزول من نمر وأنواع مختلفة وهي بسير من كل جهة لنقل الكونات الجاهزة ولتجنب خلط الكونات من أنواع مختلفة. يقوم نظام الوصل الأوتوماتيكي بإنتاج وصلات موحدة عن طريق التحكم الالكتروني بعمليات بدء تغذية الشريط و بدء إنتاج الخيط بواسطة اسطوانة التغذية ومن ثم تحضير نهاية الشريط لإنتاج وصلة نظيفة من الألياف المتضررة والألياف الإضافية. تضبط حساسات الخيط جودة الوصلة ومعامل اختلاف نمرة الخيط بالإضافة لإمكانية فحص وإحصاء باقي البارامترات المعروفة لجودة الخيط. تزود الآلة بنظام ضبط أوتوماتيكي للهواء المضغوط (كنظام AUTOvac) لتحديد استهلاك الهواء المطلوب فعلياً بالعلاقة مع حاجة الرؤوس العاملة بالآلة ونوع الخيط والمادة الأولية، وبالتالي خفض استهلاك الطاقة اللازمة لإنتاج الخيوط.

ينحصر الدور الرئيسي لعمل حجرة الغزل التوربيني بأداء رولمان الروتور وإمكانيته في السرعات العالية لبلوغ الثباتية في جودة الخيط مع أقل استهلاك ممكن بالطاقة، لرولمان الروتور تأثير مباشر على استهلاك الطاقة الكهربائية على الآلة.

تعتمد الرولمانات المغناطيسة للروتورات المحورية (شكل 11-33) على الحقل المغناطيسي بتدوير الروتور وتحتاج إلى كوابح ميكانيكية من الداخل (دبوس من السيراميك) ومن الخارج (كابح بلاستيكي). الكابح الخارجي للرولمان يحتاج إلى معايرة و تحرير دوري، يستبدل الكابح البلاستيكي مرة بالسنة.

شكل 11-33: الرولمانات المغناطيسية

إن الضغط العالي للسير المماسي والمكابح الميكانيكية وغيرها من التوصيلات ضرورية للمحافظة على مركزية دوران الروتور (شكل 11-34). الضغط اللازم على السير المماسي لعمود الروتور الهوائي هو أقل 15% وهو بالتالي يخفض ما يعادل 10% من الطاقة اللازمة لقيادته بالمقارنة مع استخدام الرولمان المغناطيسي أو الزيتي. يعطي انقطاع الشعاع أمراً لعنصر التحكم لترفع الضغط المطبق عن طريق اسطوانة الضغط على السير وبالتالي إيقاف الروتور.



شكل 11-34: السير المماسي

يقاد الروتور واسطوانات التفتيح بسيور مماسية مع استخدام المحركات التزامنية. يقوم سير نقل الحركة المسطح بإدارة عمود الروتور الملامس له بواسطة الاحتكاك، وتتم عملية الإدارة و نقل الحركة من الموتور الرئيسي إلى سير نقل الحركة ثم عمود الروتور و بعد ذلك القرص المزدوج (زوجين من الأقراص تدار بسرعة عالية). يصنع السطح الخارجي للأقراص من أحد أنواع البولميرات الصناعية التي تقوم مع سطح السير بالعمل على امتصاص الذبذبات والاهتزازات الناتجة من دوران الروتور بالسرعات العالية التي تصل إلى 100000 لفة/الدقيقة. يرتكز عمود الروتور في نقطتين متباعدتين بينهما مسافة أكبر من عرض سير الإدارة وكل نقطة من نقاط الارتكاز عبارة عن تلامس السطح الخارجي لزوج الأقراص والنسبة بين سرعتي عمود الروتور و الأقراص هي 8 إلى 1 و لهذا إذا كانت سرعة الروتور 96000 لفة في الدقيقة تكون سرعة الأقراص 12000لفة/دقيقة فقط.

شكل 11-35:أسطوانة الضغط

تؤمن المحركات المستقلة مرونة في العمل ولكن تزيد تعقيد عملية التحكم والتكلفة المرافقة لذلك والطاقة المطلوبة ويتم تنظيم وتحديد نسبة السحب وبرم الخيط و شد اللف

عن طريق محركات اسطوانة التغذية واسطوانات التقليع ومحور اللف ويتم التحكم فيها عن طريق محركات تزامنية أو مسننات تغيير كما الشكل 11-36 المبين لآلية حركة وتوصيل الانفرترات القابلة للتعديل بشكل غير محدود للشد الناتج عن السحب والبرم واللف. يقلل استخدام المحركات التزامنية والانفرترات الجهد اللازم لتغيير الإعدادات ووقت تعطل الآلة. يتم تغيير الإعدادات الخاصة بنسبة السحب وبرم الخيط و شد اللف عن طريق لوحة تحكم حيث يتم التحكم بسرعة الروتور واسطوانات التفتيح مع الانفرترات (شكل 11-37). تبدأ السيور الناقلة للبكرات بالعمل اتوماتيكيا عند وضع عدد محدد من البكرات على السير (واحد من كل جانب للآلة – شكل 11-38) ليتم نقلها إلى نهاية طرف الآلة لتتم عملية نزعها وبعد عملية الإزالة يتم إيقاف السير وهناك طرق مختلفة لعملية النوع (التخليع)، وتستخدم أما كمنصات نقل تلقائية مع شبكات حماية للتخزين أو للنقل للعمليات اللاحقة.

شكل 11-36:آلية الحركة

تستخدم حساسات الخيط في الآلات الحديثة وذلك للحصول على مواصفات قياسية عالية النوعية و يتحكم بانتظامية الخيط حيث يتألف من ديود الإصدار الضوئي وخلية استقبال ضوئية مرجعية وخلية استقبال ضوئية. يصدر الديود ضوءاً باتجاه الخليتين ويتم تحديد عرض الضوء مسبقا في الخلية المرجعية وذلك حسب نمرة الخيط المطلوبة، يعبر الخيط أمام خلية الاستقبال الضوئية الثانية، ففي الحالة النظامية يتساوى عرض الضوء

الموجود في الخلية المرجعية مع عرض الضوء الموجود في الخلية الثانية المستقبلة. أما في حال اختلاف قطر الخيط سوف يتغير عرض الضوء الساقط على الخلية المستقبلة ويقوم هذا الجهاز عندها بمقارنة هاتين القيمتين وإظهار النتيجة متمثلة بإعطاء إشارة وجود خطأ وإرسال تقرير يظهر على شاشة حاسب الآلة ويتم إصلاح العيب عن طريق وجود مقص يقوم بتنفيذ الأمر القادم من الحساس بقطع الخيط.

شكل 11-37: المحركات التزامنية

شكل 11-38: السيور الناقلة للبكرات

في حالة آلات غزل الطرف المفتوح المزودة بوحدة نظام التقليع الآلي مع وحدة نظام إصلاح القطوعات وتنظيفها، فإن أنظمة التحكم الالكتروني تمنع التداخل بين مساري هاتين الوحدتين. يعتبر جهاز اختبار مقدار الشد داخل الخيط المنتج بوحدة غزل الطرف المفتوح احد أجهزة الميكانيكية لقياس الشد علي الخيط المنتج من الطرف حيث يمر الخيط الخارج من وحدة الغزل علي اسطوانة متحركة متصلة بحركة مؤشر الجهاز ثم يمر الخيط بعد ذلك من على دليل اسطوانة ثابتة إلى بكرة الغزل (شكل 11-39). حيث تتم عملية قياس الشد أثناء التشغيل العادي وبدون توقف الروتور او مردن الغزل الحلقي وقد تم إجراء التجارب لقياس الشد لنمر مختلفة وسرعات مختلفة للروتور وتم حساب الشد نظريا لكل حالة.

شكل 11-39

11-10- أسباب التقطعات على آلة الغزل التوربيني

(Breakage Reasons in Rotor Spinning)

- **حدوث تقطعات عالية بسبب:**

- عدم انتظامية عالية للخيط ويجب تغيير الروليات الممشطة والفاصل أو البرميل بما فيه الشريط أو سلندرات التغذية
- لف الخيط على رولية الضغط ويجب تنظيف رقبة الروليه من الخيوط الملتفة
- روليات ضغط سلندرات التغذية متوضعة بشكل غير صحيح ويجب وضع الروليات ذات القياسات الصحيحة.
- خروج الخيط من ضغط الروليه ومن سلندرات الخروج ويجب تغيير الروليات.
- ضغط ضعيف لروليات سلندرات التغذية يجب وضع ضغط 19.6 نيوتن.
- عدم دوران مستقر لرولمانات روليات الضغط ويجب تنظيف وتزييت وتجريب دوران الرولمان وعند الضرورة تبديل الروليات مع الرولمانات

- **تقطع الخيط على جانبي الآلة فقط:** قطع السير القائد لحجرات الغزل أو لمضارب التمشيط تغيير السير، توضيح سبب التآكل وعند اللزوم فحص وتجريب الروليات الموجهة، أو تعطل التعشيقة الواصلة بين سلندرات الخروج في الرأس والقواعد النهائية ويجب تبديل التعشيقات

- **قطع الخيط على مقطع واحد في الآلة أو عدة مقاطع** : تعطل التعشيقات الواصلة لسلندرات الخروج في مكان الوصل مع المقطع المتعطل تبديل التعشيقات الموصلة .

- **زيادة التقطعات على جانب واحد للآلة:** ضعف شد السير القائد لحجرات الغزل أو لمضارب التمشيط تدقيق ومعايرة شد السير.

11-11- مواصفات فنية لآلة غزل توربيني حديثة

(Technical Specifications of Modern Rotor Spinning Machine)

يبين الجدول 11-2 مواصفات آلة الغزل التوربيني الحديثة وإعدادات الآلة الخاصة بالإنتاج لتشغيل آلة غزل توربيني حديثة.

جدول 11-2: مواصفات آلة الغزل التوربيني الحديثة

Number of rotors, total	up to 500
Numbers of rotors/section	20 or 24 rotors depending on machine manufacturer
Number of sections	up to 25 (with 20 rotors/section) up to 20 (with 24 rotors/section)
Number of robots	up to 4
Rotor speed	35 000 – 160 000 rpm
Opening roller speed	6 000 – 10 000 rpm
Delivery speed, cylindrical	up to 350 m/min (240 rotors) up to 270 m/min (500 rotors)
Delivery speed, conical	up to 60 m/min (500 rotors)
Package weight, cylindrical	up to 6 kgf or 350 mm diameter
Package weight, conical	up to 270 mm diameter

قامت شركة ريتر Rieter بتوحيد نظام تخليع الكونة المملوءة ونقلها وتصنيفها وتعبئتها في صناديق أوتوماتيكياً ضمن نظام SERVOCONE. صممت شركة سافيو SAVIO الإيطالية آلة غزل ELITEX , FRS و في تشيكوسلوفاكيا صممت آلة غزل BDA بتجهيزات مشابهة للتخليع الأوتوماتيكي ووصل الخيط وتنظيف الحجرة.

إنتاج خيوط ذات جودة ومواصفات عالية لا يتحقق إلا من خلال الحفاظ على جاهزية الآلة والتأكد من سلامة عمل كل جزء من أجزاء الآلة بشكل سليم من خلال الصيانة الوقائية وتتراوح فترة الصيانة الوقائية لأجزاء آلة غزل الطرف المفتوح بين شهر وستة شهور. هناك أجزاء لها علاقة مباشرة بمستوى جودة الخيط الناتج ونسبة القطوعات في الروتور، وهذه الأجزاء تتم صيانتها حسب الحاجة أو كلما لزم الأمر دون تحديد فترة زمنية معينة. ونبين فيما يلي الأجزاء التي يتم صيانتها و مراجعتها تبعا للفترة الزمنية:

كل شهر: تنظيف سلندر السحب و حامل البكرة من أي جزء من الخيط و ضبط حالة السير للروتور و الكشف عن أي تآكل به و تشحيم و تزييت الأجزاء المختلفة من الآلة حسب دورة التشحيم والتزييت التي توصي بها الشركة الصانعة.

كل 3 شهور: فحص سير البكرة من حيث ضبطه في المنتصف وإعادة شده مرة أخرى وإعادة ضبط المسافة الخاصة ببعد خزنة الروتور وفحص وضع علبة الروتور بحيث أن يكون الروتور مفرملا عند فتح باب العلبة و يغلق بواسطة القفل وفحص شد سير الموتور وحالته وفحص الهواء الخارج عند مقدمة الآلة والجوانات عند المروحة وشد سير المروحة وشفط الهواء.

كل 6 أشهر: فحص سلندر البكرة لمعرفة إذا كانت البكرة الفارغة مضبوطة عليها أم لا وفحص تجهيزات الشفط الموجود بين علبة الروتور وقناة الشفط ونزع لوح الروتور وتنظيف كراسي الإدارة من الداخل وضبطها وفحص فرامل الروتور وإعادة ضبطها وفحص سير المنشار وعما إذا كان يدور في منتصف الطارة وهل هناك تآكل به والكشف على المحامل واستبدال العاطل منها. وفيما يتعلق بالصيانة.

الأجزاء التي يتم تنظيفها هي كالتالي:

- ينظف الروتور و عمود الروتور و سطحه الداخلي و يمكن استبداله إذا كان هناك عيب فيه أو إذا كان معدل عدد القطوعات عاليا.
- يخلع المنشار و ينظف وتفحص الكسوة وتعدل باستخدام الماسك الخاص أو تغير الكسوة بالكامل إذا كان هناك عيب جسيم في أسنان المنشار.
- تنظف فتحة قناة الشعيرات التي تنقل الشعيرات من المنشار إلى داخل الروتور وكذلك الأنبوبة التي يوضع بها الخيط و يسحب للخارج وتتم عملية التنظيف باستخدام سلك بلاستيك أو خيط مغموس في بنزين.
- ينظف سير العوادم والطارات الخاصة به وتحديد ما إذا كان مشدود أم لا، ويضبط في المنتصف وتنظف الخراطيم المتصلة بالسير.
- تنظف شبكة تجميع العوادم ويفحص جريان الهواء بانتظام وتنظيف شبكة المراوح الخاصة بكل موتور التي يتجمع أمامها العوادم لتتم التهوية الكافية وتبريد المحركات.

الفصل الثاني عشر

12- العمليات المتممة والأنظمة الحديثة في صالة الغزل

Additional Operations and Modern Spinning Systems In Spinning Mill

12-1- مقدمة (Introduction)

قد يكون المبدأ العام لعمل بعض آلات الغزل واحداً، إلاّ أن تزويد آلات الغزل بتجهيزات إضافية تحسن من جودة ومظهرية خيط الغزل مما يؤثر مباشر على تحسين المتانة والاستطالة وتخفيض درجة التشعر بالخيوط، وهذا بدوره يرفع من مردود عمليات النسيج والتريكو ويخفض من كلفة إنتاجها بشكل ملحوظ حيث يمكن اختصار بعض العمليات اللاحقة مثل عملية حرق الوبرة وعملية المرسرة، أو التخفيف من كلفتها إلى الحد الأدنى.

من ناحية أخرى يمكن استخدام أنظمة التصنيع المرنة في مراحل الغزل من الفتح والتنظيف إلى مرحلة الغزل النهائي والتدويرات والتطبيق والزوي، تساعد أنظمة التصنيع المرنة في عمليات التحكم وتتبع ترتيب المهمات وتخطيط الصيانة وإدارة عمليات الإنتاج وغير ذلك من العمليات، تم تطبيق هذه الأنظمة بنجاح في آلات الغزل الحلقي حيث تلاءم القيادة المستقلة للمرادن بما يتوافق مع أنظمة التصنيع بواسطة الحاسب. فعلى سبيل المثال توفر أنظمة التصنيع و والأنظمة الروبوتية في أنظمة الغزل لتفقد النهايات المقطوعة وبناء البكرات غير المقبولة الشكل أو القساوة و من احد استخدامات الأنظمة الروبوتية في غزل الألياف الصنعية هو تبديل الأجزاء الساخنة والتي ينتظرها العامل لتبرد في الأنظمة التقليدية أو قياس قطر الألياف وخواص محاليلها قبل البثق.

12-2- العمليات المتممة في صالة الغزل

12-2-1- آلة التدوير الأوتوماتيكي (Auto-Coner)

تهدف مرحلة التدوير إلى إنتاج كونه نهائية بالمواصفات المطلوبة وذلك بإعادة لف الخيط من المواسير إلى الكونه مع إجراء عمليات فحص الخيط وإزالة للعيوب غير المسموح بها مثل الزغب والشوائب والمناطق السميكة والرفيعة والنبس وذلك بواسطة حساس الكتروني وتحسين انتظامية الخيط ونمرته ومن ثم إعادة وصل الخيط بشكل نظامي بواسطة آلية أوتوماتيكية مخصصة لذلك. يتم توفير الشروط المثلى لإنتاج كونه ذات لف منتظم بالعمل على تحقيق سرعة توريد عالية وثابتة، وضمان شد ثابت للخيط داخل العبوة الجديدة عن طريق أجهزة تنظيم شد عالية الأداء. يمكن أن تكون البكر مخروطية لخيوط السداء أو مخروطية مثقبة للصباغة أو على مواسير خاصة بخيوط اللحمة في عملية النسيج. تلعب النقاط التالية دوراً أساسياً عند اختيار آلة التدوير الأوتوماتيكي:

- أن تكون عملية التدوير بأقل تأثير سلبي ممكن على مظهرية الخيط (درجة التشعر) والمواصفات الفيزيائية الميكانيكية (الاستطالة والمتانة).
- إنتاج كونه بقساوة لف ثابتة ومنتظمة من بداية وحتى نهاية الكونه علما أن قساوة الكونة تتعلق بالاستخدام النهائي للخيوط، بالنسبة لكونة لخيوط التريكو ($20^{o}4'$ – 2.52 kgf) تكون القساوة (48–52) شور وبالنسبة لكونة ($20^{o}4'$ – 2.52 kgf) لخيوط النسيج (55–58) شور وتنخفض القيمة بالنسبة لكونة (Cheese) بوزن 1.45 kgf للخيوط المراد صباغتها لتصبح (28–32) شور.
- رفع المردود الإنتاجي لعملية التدوير الأوتوماتيكي دون تدني جودة ومظهرية الخيط وتخفيض الطاقة الكهربائية المستهلكة وعدد العمال ومساحة مكان الآلات وتكاليف الصيانة المرافقة.

تتكون الآلة (شكل 12-1) بشكل رئيسي من جهاز اللف و جهاز توزيع وتوضع الخيط وأجهزة شد ومراقبة وتنظيف الخيط. يتم لف الخيط بقوة شد معينة ومراقبة العيوب

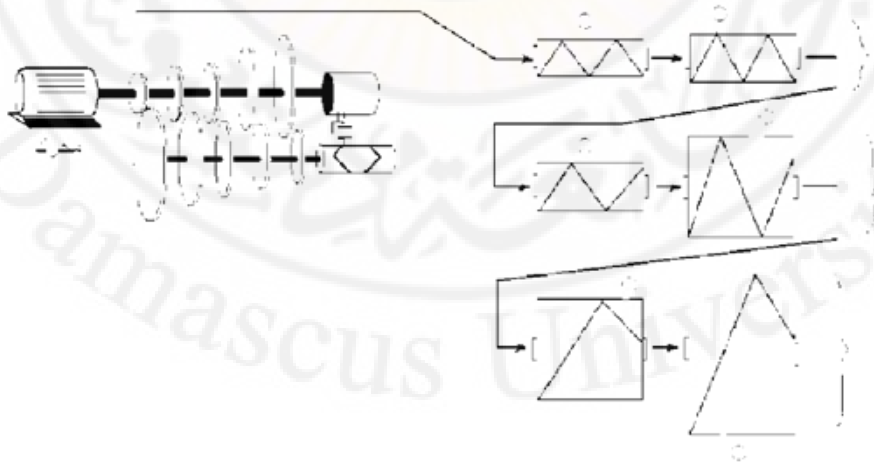
وكذلك عملية تنظيف الخيط من الأوساخ والنبس والشعيرات المتطايرة والملتصقة به حيث يحدد ثحانة الخيط الذي يجب أن يمر من هذا الجهاز. تقوم سيور بنقل مواسير الغزل الفارغة إلى مستودع المواسير أسفل الآلة.

شكل 12-1: آلة التدويرات

يتوضع قضيب معدني (BOOSTER) بالقرب من رأس الماسورة ويتم دفعه عن طريق مكبس هوائي ليلامس رأس الماسورة عند توقف عملية اللف أو إبعاده قليلاً عند متابعة اللف الأمر الذي يؤدي إلى تعديل شكل البالون وبالتالي يساعد في تخفيف الشد. يصل الخيط بعدها إلى منظف أولي وهو عبارة عن شريحتين معدنيتين تفصل بينهما مسافة ثابتة يتم تعييرها بحسب نمرة الخيط المشغل حيث يقوم بتخليص الخيط من اللفات الحاصلة كما يعتبر كدليل للخيط. يمر بعدها الخيط ضمن آلية شد الخيط ومهمتها تطبيق شد على الخيط أثناء لفه بتطبيق ضغط على قرصين معدنيين أملسين دوارين لدى

مرور الخيط بينهما و يتم التحكم بالشد (ميكانيكيا أو كهربائيا عن طريق وشيعة)، ويتم تغيير قيمة الضغط حسب المعطيات الواردة إليه حيث يزود ممر الخيط بحساس الشد للحصول على مقدار شد ثابت على الكونة. يمكن تزويد الخيط بكمية شمع ثابتة أثناء لفه عند مروره على جهاز التشميع المتوضع فوق جهاز الشد. تتم مراقبة الخيط بواسطة المنظف، ويزود ممر الخيط بجداله (عاقده) هوائية لا تكون على تماس مباشر مع الخيط أثناء عملية اللف، عند انقطاع الخيط أو تبديل الماسورة تقوم هذه الآلية وبمساعدة شفاطي الهواء بإدخال طرفي الخيط وإجراء عملية عقد لهما.

عند امتلاء الكونة يقوم المخلع بتخليع الكونة واستلام كونة فارغة من مخزن الكون ووضعها في العمل وذلك عن طريق أمر يصدر من حاسب الآلة، يقوم مخزن مواسير الغزل بتزويد قاعدة المغزل بالمواسير الممتلئة. يبين الشكل 12-2 مبدأ تغيير خطوة اللف في آلة التدوير وتستخدم آليات متعددة لتحقيق ذلك (شكل 12-3) مثل جهاز توضع الخيط مع دليل خيط لا مركزي أو طنبور لف محزز بقنوات لولبية. يسمح نظام التعديل الالكتروني إمكانية التعديل من خلال الاتصال بإعدادات العملية الإنتاجية و خصوصا بوجود القيادة المباشرة للطنبور، هناك تنوع كبير في الطنابير الموجهة للخيط يمكن أن يستخدم في آلية Autoconer 338. بحيث يتراوح عرضها من 3–6 inch, وتكون طنابير اللف محززة بقنوات لولبية ومتاحة مع أعداد وزوايا مختلفة من الأخاديد.



شكل 12-2: مبدأ تغيير خطوة اللف في آلة التدوير



شكل 12-3: آليات متعددة للف في آلة التدوير

تصنف آلات التدوير حسب طريقة تغذية مواسير الغزل الحلقي:

1- آلة بتغذية يدوية للمواسير (Magazine type) تتسع إلى تسعة مواسير تعبأ من قبل العامل، وهي مناسبة للمصانع صغيرة الحجم، يمكن تشغيل عدة أنواع من الخيوط على هذه الآلة بآن واحد.

2- آلة بتغذية صندوقية (Bobbin tray type) تنقل عربة مواسير الغزل الحلقي إلى رأس آلة التدوير الأوتوماتيكي التي تقوم أوتوماتيكيا بتفريغ عربة المواسير في مستودع الآلة ومن ثم تغذية المواسير ونقلها لرؤوس الآلة بشكل أوتوماتيكي على سير نقل، تناسب مصانع الغزل الصغيرة ومتوسطة الحجم و يمكن تشغيل نوعين كحد أكثر من الخيوط (مع وجود محطتي تغذية صندوقية وسيرين ناقلين للمواسير).

3- آلة بتغذية أوتوماتيكية كاملة (Link Type) وتستخدم في المصانع ذات الطاقة الإنتاجية العالية والمتضمنة آلات غزل حلقي بعدد كبير من الرؤوس. توصل كل آلة

تدوير بآلة غزل حلقي حيث تغذى المواسير المنتزعة أوتوماتيكيا من آلة الغزل الحلقي إلى رؤوس التدوير الأوتوماتيكي بواسطة سير ناقل، تمر أولاً على مجموعة تجهيزات تفحص صلاحية المواسير للتدوير وتهيئ نهاية خيوطها لعملية التدوير الأوتوماتيكي. باستخدام آلات التدوير الموصولة بآلات الغزل الحلقي يمكن توفير 30% من المساحة المخصصة لمرحلة الغزل والتدوير الأوتوماتيكي. بالإضافة إلى توفير بعدد العمال. فعلى سبيل المثال، عند استخدام آلات تدوير ذات تغذية يدوية، فإنه لخدمة 20 آلة غزل حلقي (بعدد رؤوس 1000) مع 20 آلة تدوير أوتوماتيكي يلزم فقط عاملان. في حين يلزم 19 عاملاً لسبع آلات تدوير أوتوماتيكي تعمل بتغذية يدوية للمواسير لنفس العدد من مغازل الغزل الحلقي مع توفير بعدد مواسير الغزل.

4- آلة لإعادة تدوير الكونات (Cone to Cone) ، وتستخدم عند ضرورة تحسين جودة الخيط المنتج على كونات بتنظيفه من العيوب غير المسموح بها، أو لتحويل الكونات الناقصة إلى كونات نظامية.

بالنسبة لتنظيف الآلة تحتاج الآلة لتنظيفها بالكامل إلى فني وأربع منظفين للقيام بتنظيف الآلة خلال 3.5 ساعة كل شهر من العمل، يجب إتباع التعليمات المدرجة في الجدول 12-1 لإجراء التنظيف الجزئي المرحلي من نصف شهر إلى سنة. وتحدد مدة زمنية لاستبدال القطع المستهلكة، ففي تعليمات خاصة بالة التدويرات الاتوماتيكية (238/338) يحدد عمر عمود التشميع بـ 5 سنوات وذراع الشفط وماسكها من 4 إلى 5 سنوات والقاطع (Tension Cutter) من 5 إلى 6 سنوات بالإضافة إلى عمليات تنظيف أخرى. وهناك عدة **اجهزة شد الخيط** متوفرة في الات الغزل والتدويرات كما يبين الشكل 12-4.

يحدث تباين في الشد عند تغير عدد حلقات البالون عند حل الخيط ويمكن إعطاء عدد الحلقات عند الحل بالعلاقة (شكل 12-5):

$$n \le \left[\frac{\varepsilon Z}{\pi}\right] + \frac{1}{2}$$

$$n \le \left[\frac{Z}{\pi}\right]\left[\frac{V}{a}\right]\left[\frac{\sqrt{T_O m_o}}{T_O - m_o V^2}\right] + \frac{1}{2}$$

حيث أن (Z) ارتفاع البالون و (V) سرعة الخيط و (T_O) ش الخيط عند عين دليل الخيط و (m_O) كتلة الخيط الطولية و (a) نصف قطر البكرة عند نقطة حل الخيط.

شكل 12-4: أجهزة شد الخيط

جدول 12-1: أعمال التنظيف على آلة التدويرات



شكل 12-5: تباين في الشد عند تغير عدد حلقات البالون

تحسب قوة شد الخيط في النقطة الأبعد من البالون عن محور الماسورة بالعلاقة:

$$F_x = \frac{2T_e}{10^5 \times 1000}\left(1 + K.\sin^2\beta.\frac{H^2}{r^2}\right) \times v^2$$

حيث أن (T_e)الكثافة الخطية للخيط بالتكس و (K)العامل الذي يتعلق بشروط حل الخيط و (v) سرعة اللف أو سرعة الخيط الخطية (متر/دقيقة) و (H) ارتفاع البالون و (r) نصف قطر الماسورة و (β) زاوية ميلان الخيط إلى محور الماسورة (هذه الزاوية متغيرة باستمرار). ونتيجة للتجارب العملية تم التوصل إلى العلاقة التالية لقوة شد الخيط عند قمة البالون:

$$F_0 = F_x\sqrt{1 + 1.5 \times \left(A^2 + B^2\right)}$$

$$A^2 = \frac{m.\omega^2}{F_x - m.v^2}$$

$$B^2 = \frac{m.\omega.v}{F_x - m.v^2}$$

حيث إن (ω) السرعة الدورانية للخيط و (m) وزن واحدة الطول للخيط.

تساعد آلة تكييف الخيوط (شكل 12-6) على تحسين وتوحيد المواصفات الفيزيائية والميكانيكية للخيوط ورفع رطوبته حتى المعدل النظامي وذلك بتعريض كونات الخيوط لبخار مشبع تحت ضغط وحرارة يتناسبان مع نوع الخيط وذلك وفق دورة تبخيرية معينة

تتضمن مرحلتين والأفضل ثلاث مراحل تفريغ (فاكيوم). تحسب إنتاجية الآلة اليومية بالعلاقة:

$$P = Pc \cdot 24 / t \qquad [kgf/day]$$

Pc – إنتاجية الآلة بالوجبة الواحدة (kgf/shift)

t – زمن الوجبة (h)



شكل 12-6: آلة تكييف الخيوط

12-2-2- عملية التطبيق (Plying)

وهي عملية تمهيدية تسبق عملية الزوي وتهدف لجمع خيطين أو أكثر بشد ثابت على عبوات مناسبة لإجراء عملية قبل عملية الزوي، تتألف آلة التطبيق من آلية اللف وجهاز الشد والإيقاف الاتوماتيكي. تصل سرعة اللف حتى 600 متر بالدقيقة وتتكون الآلة من وجهين متماثلين ولكل وجه محور رئيسي محرك خاص به وتتغير سرعة اللف بتغير أقطار طارات المحركات الموجودة وتتناسب عكسا مع نمرة الخيط المطبق.

يوجد بالجزء السفلي من جانبي الآلة **حامل البكر المغذية للآلة** ويكون له شكل يناسب العبوة المغذاة للآلة سواء ماسورة غزل حلقي أو بكر غزل طرف مفتوح.

تركب اسطوانة اللف **في آلية اللف** على العمود الرئيسي للآلة الممتد على طول الآلة ويكون عليها حامل البكر مقابل كل ماسورة ويوجد دليل خيط لكل ماسورة وتتم عملية اللف عن طريق احتكاك البكرة بسطح اسطوانة اللف. الزوي وتؤمن التحام الخيوط المراد تطبيقها من دون برم وإزالة ما تبقى من عيوب الغزل

هناك **جهاز الشد** لكل ماسورة ويتكون من قرصين من المعدن يمر بينهما الخيط ويمكن التحكم في قوة الشد من خلال نابض في منتصفه عمود وعليه صامولة يمكن بواسطتها التحكم في الضغط على الخيط و يكون جهاز الإيقاف الأوتوماتيكي عبارة عن

دليل معدني مقابل كل خيط يتحرك عند انقطاع الخيط ويحرك رافعة لأبعاد البكرة عن اسطوانة التدوير، وهناك أجهزة إيقاف تقوم بتحريك الرافعة عند الوصول للقطر المطلوب للبكرة.

تزود الآلة **بأجهزة تنظيف** حيث يتم تجميع الأوساخ المجمعة من الآلة بواسطة الشفط من خلال أنبوب موصول بصندوق تجميع خاص ويركب جهاز شفاط مكون من محرك مع مروحة شفط ويتحرك على قضبان مثبتة على هيكل الآلة من الأعلى على شكل دائري مغلق لتنظيف أجزاء الآلة من الجانبين، هذا يمنع تلوث الهواء بالزغبار والأتربة في صالة التطبيق.



شكل 12-7: آلة التطبيق (الدوبلاج)

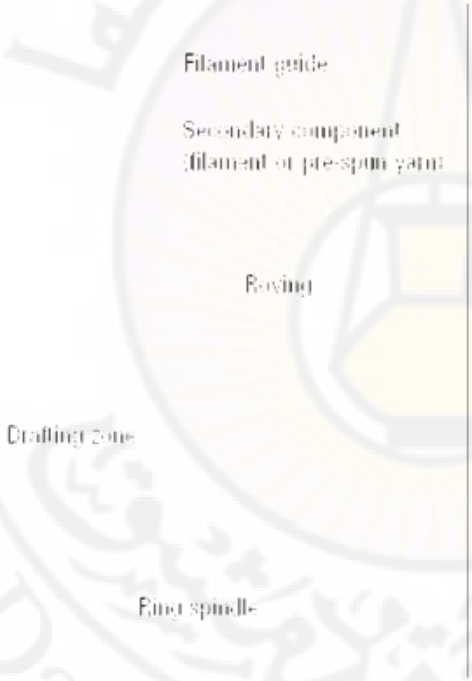
أهم العيوب وجود خيط واحد بدلاً من خيطين أو أكثر في منطقة ما من الكونة نتيجة انقطاع الخيط الآخر أثناء تعطل جهاز التوقف الذاتي، لف رخو نتيجة انزلاق البوبينة، شد قوي للف نتيجة سرعة زائدة أو خلل في جهاز الشد على الآلة، سماكة في الخيط المزوي أو وجود غبار معلق فيه نتيجة خلل في جهاز الفحص والشد للخيط على الآلة، عقد وصل الخيوط سيئة طويلة الحواف أو قصيرة.

تعطى سرعة التطبيق بالعلاقة:

$$v = \sqrt{v_o^2 + v_\delta^2} = \sqrt{(\pi \cdot d_M \cdot n_M \cdot \eta)^2 + (h_{cp} \cdot n_M)^2}$$ [2]

حيث إن (v_o) السرعة الخطية لطنبور اللف (م/د) و (v_δ) السرعة الوسطى لحركة الخيط على طول محور البوبينة (م/د) و (d_M) قطر طنبور اللف (م) و (n_M) السرعة الدورانية لطنبور اللف (دورة/دقيقة) و (η) معامل انزلاق البوبينة على طنبور اللف (0.94) و (h_{cp}) وسطي خطوة الأخاديد المحلزنة المحفورة في طنبور اللف (م).

وهنا لابد من التنويه إلى نظام غزل (siro spun) في الشكل 12-8 (a) لتطبيق مبرومين وإنتاج خيط مزوي والنظام المبين في الشكل 12-8 (b) والذي يبين طريقة تطبيق وبرم خيط صنعي مستمر الشعيرات مع المبروم في نظام الزوي الحلقي.



شكل 12-8: آلة التطبيق

12-2-3- عملية الزوي (Twisting)

تغذى آلة الزوي بالخيوط المطبقة لإكسابها برمات محددة ذات نمر معينة بما يناسب الغرض المطلوب من الخيط المنتج وعند زوي خيطين مفردين نمرة كل منهما T تكس

ستكون نمرة الخيط المزوي (T × 2). أكثر الآلات استخداما هي آلات الزوي الحلقي والتي تشابه لحد ما آلة الغزل الحلقي باستثناء جهاز السحب، وهناك نوع آخر هو آلات الزوي ذات النظام المزدوج (كل لفة واحدة للمردين تعطي برمتين). يمكن أن نعبر عن الخيط المزوي بكثافته الخطية بالتكس بحسب العلاقة:

$$T = \frac{m}{L} \cdot 1000$$

حيث إن (m) كتلة الخيط المزوي بالغرام و (L) طول الخيط المزوي بالمتر.

تساوي كتلة الخيط المزوي مجموع كتل الخيوط المفردة المشكلة له :

$$m = m_1 + m_2 + ... + m_n = \sum_1^n m_i$$

حيث إن (m_1 , m_2 , ..., m_n) هي كتل كل من أطوال الخيوط المفردة وتقدر بالغرام ، ويمكن كتابة العلاقات التالية:

$$T_1 = \frac{m_1}{L} \cdot 1000 \quad ; \quad T_2 = \frac{m_2}{L} \cdot 1000 \quad ;.....; \quad T_n = \frac{m_n}{L} \cdot 1000$$

$$m_1 = \frac{T_1 \cdot L}{1000} \quad ; \quad m_2 = \frac{T_2 \cdot L}{1000} \quad ;.....; \quad m_n = \frac{T_n \cdot L}{1000}$$

12-2-3-1- الزوي الحلقي (Ring Twisting)

يشابه أسلوب العمل هنا أسلوب العمل في آلة الغزل الحلقي مع فوارق بسيطة، يسحب الخيط المطبق من بكرة التطبيق المثبتة على حامل البكرة (شكل 12-9) مارا بموجه الخيط ومن ثم للاسطوانتين ومن ثم لدليل الخيط فالدبلة التي تدور على الحلقة ومن ثم إلى جسم الماسورة المثبتة على المردن.



شكل 12-9: الزوي الحلقي

كل دورة من دورات الدبلة يعطي الخيط برمة واحدة موزعة على جزء الخيط المحصور بين نقطة التماس بين اسطوانتي التوريد والدبلة. فرق السرعة ين الدبلة والمردن صغير ويمكن إهماله وبالتالي يكون عدد البرمات في المتر من طول الخيط مساويا سرعة المردن في الدقيقة (تصل حتى 13000 دورة بالدقيقة) مقسومة على سرعة تغذية الخيط من قبل الاسطوانتين (متر بالدقيقة):

$$T = \frac{n_s}{V_c}$$

حيث أن (T) عدد البرمات بالمتر و (n_s) السرعة الدورانية للمردن (دورة بالدقيقة) و (V_c) سرعة تغذية الخيط (متر بالدقيقة)

12-2-3-2- الزوي المزدوج (2 For 1 Twisting)

في هذه الطريقة، تعطي كل دورة لمردن الزوي برمتين للخيط (برمة داخل العمود الراسي الأجوف عند مدخل صحن المردن و برمة عند البالون الخارجي في الجزء المحصور بين صحن المردن ودليل الخيط). تساعد هذه الطريقة على زيادة الإنتاجية للضعف نتيجة تضاعف عدد البرمات الناتجة عن كل لفة للمردن وهنا يتم التخلص من الحلقة والدبلة ومشاكلهما ولا داعي لعملية إعادة التدوير بعد الزوي لان الخيط يتم لفه

على بكرة مخروطية. للحصول على برمتين في دورة واحدة يجب أن تكون البكرة المخروطية للخيط المطبق المغذي المرتكزة على صحن المردن ثابتة لا تتحرك وذلك عن طريق تركيب مغناطيس قوي على صحن المردن من الأسفل لمنعه من الدوران بأي اتجاه.

يمر الخيط من بكرة التطبيق خلال موجه الخيط ومن ثم للعمود الرأسي الأجوف ومنه إلى الجزء العلوي من المردن الدائر بسرعة ثابتة ويترك الخيط المردن عند فتحة بالأسفل مارا بقناة الخيط الأفقية حيث يأخذ نصف عدد البرمات ويصعد الخيط رأسيا إلى أعلى إلى منطقة البالون ومن ثم لدليل الخيط ليستكمل نصف البرمات الثاني ويلف الخيط بعدها على البكرة التي تستمد الحركة من اسطوانة اللف السفلية، يتعلق وزن الكونة الناتجة بوزن الكونة المغذية وقطر كاسر البالون. بتغيير وضعية الوزن المعاكس يتم تغيير نسبة الضغط على الكونة والحصول على كونات قاسية أو طرية حسب المطلوب.

يكون اتجاه الزوي معاكساً لاتجاه اللف، بشكل عام فإن برمات الغزل تكون بالاتجاه Z والزوي يكون بالاتجاه S، باستثناء بعض الحالات الخاصة مثل خيوط الخياطة.



شكل 12-10: الزوي المزدوج

يتم تنظيف الآلة كل شهرين إلى ثلاثة أشهر ويحتاج التنظيف إلى فني وأربعة عمال تنظيف لانجاز العمل خلال 3 ساعات ونصف. يتم تغيير زيت علب السرعة حسب توصيات الشركة المصنعة ومواصفات الزيوت ويتم صيانة المحامل وصفائح (اسطوانة) الحماية وقضيب الدليل كل ستة أشهر ويتم تغيير زيت المردن وشحومها وشحم اسطوانة توجيه السير كل ستة أشهر ويحتاج إلى فني وأربع عمال تنظيف لانجاز العمل خلال 4 ساعات، بالنسبة لتشحيم القرص المركزي يتم كل ثلاث أشهر. يبين الجدول 12-2 عن قيم مثالية حيث (Y هي سنة) تعبر عن سنة ولكنها تختلف من مصنع لمصنع حسب نسبة الإنتاج والشعيرات المشغلة وفعالية الصيانة، ويبين الجدول 12-3 مواصفات آلة زوي مزدوج حديثة.

جدول 12-2: عمر عناصر آلة الزوي المزدوج

جدول 12-3: مواصفات آلة زوي مزدوج حديثة.

Length (mm)	25500
Mechanical Speed (RPM)	15000
Motor H.P.	50
No. of spindles	192
TPM range	157 to 2000
Spindle length (mm)	1444
Spindle pitch (mm)	240
Traverse length (mm)	152
Width (mm)	850

12-3- حسابات ميكانيكية خاصة بالعمليات المتممة

12-3-1- دراسة على آلة التطبيق الحلقي

حساب سرعة المردن:

$$n_{spindle} = 1430 \times \frac{6.5 \times 10}{10.5 \times 1.37} = 6461.59 \quad rpm$$

حساب سرعة الاسطوانة الأمامية:

$$V_1 = 1430 \times \frac{6.5 \times 24 \times 22 \times 63}{10.5 \times 99 \times 62 \times 90} \times \pi \times 2 = 334.75 \; in/min$$

حساب عدد البرمات:

$$TPI_{Ex} = \frac{n_{spindle}}{V_1} \approx 19$$

باعتبار نمرة الخيط المطيق هو 30/2 Ne و (TCP_{Ex} = 63T)

يكون البرم المطلوب هو $TPI_{Req} = 4.2\sqrt{15}$ = 16.266=16

ولحساب المسنن (TCP) المطلوب:

$$TCP_{Req} = \frac{TPI_{Ex} \times TCP_{Ex}}{TPI_{Req}} = \frac{19 \times 63}{16} = 74.81$$



شكل 12-11: مخطط حركي لآلة التطبيق الحلقي

12-3-2- آلة لف الكون

تنتقل الحركة للأجزاء الرئيسية في آلة لف الكون من ثلاثة محركات، يتوضع اثنان على كل جانب من الآلة لتدير اسطوانات اللف والمحرك الثالث يتوضع في منتصف الآلة ويعطي الحركة إلى السيور الناقلة و محاور الكامات في طرفي الآلة. يمكن حساب سرعة اللف على الآلة من العلاقة:

$$v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

حيث إن (v_1) السرعة المحيطية للبوبينة و (v_2) السرعة النسبية لحركة الخيط على طول البوبينة.

لحساب السرعة المحيطية للف بضربها بمعامل انزلاق البوبينة على الطنبور (للكونات المخروطية 0.93 وللأسطوانية 0.95)، يوجد انزلاق للبوبينة على الطنبور وتتناقص من بداية اللف إلى نهايته، إي أن سرعة المحيطية البوبينة لا تساوي السرعة المحيطية لطنبور اللف. بفرض عدد دورات اسطوانة اللف (n) دورة/دقيقة و متوسط خطوة الخطوط الحلزونية للطنبور (P) يمكن السرعة النسبية لحركة الخيط على طول البوبينة وتكون العلاقة $v_2=n.P$. من مخطط نقل الحركة وبأخذ معامل انزلاق القشط على البكرات (0.98) بعين الاعتبار نجد:

$$n_s = 1440 \cdot D_1 \cdot 0.98 / D_2$$

يتوقف إنتاج الآلة على سرعة اللف والإنتاج المعياري للعامل ومتعلق بشكل أساسي بطول الخيط الموجود على مواسير الغزل، ولحساب زمن الآلة (بالدقيقة) للف ماسورة غزل واحدة يمكن أن تعين بالعلاقة:

$$t = l \cdot 60 / v = g \cdot 1000 \cdot 60 / vT$$

حيث إن (g) كتلة ماسورة الغزل (غرام) و (l) طول الخيط في ماسورة الغزل (م) و (T) نمرة الخيط (تكس) و (v) سرعة اللف.

شكل 12-12: مخطط نقل الحركة لآلة لف الكون.

12-4- تطور العمليات المتممة في صالة الغزل

12-4-1- أنظمة التدوير الحديثة (Modern Winding Systems)

إن المسار المستقيم للخيط بدءً من مركز الماسورة العاملة وحتى الكونة الناتجة هو الشرط الميكانيكي المثالي لإنتاج كونه بجودة لف أفضل وبحجم أكبر. لأن هذا المسار المستقيم للخيط يخفض من نقاط احتكاك الخيط ويجعل اللف سهلاً وناعماً لا يؤثر في بنية الخيط نفسه مع المحافظة على أعلى سرعة لف بدون اجهادات مشوهة لبنية ومظهرية الخيط. يعد جهاز البالكون (Bal-Con أو حاجز البالون المتحرك) عنصراً إضافياً بالآلة لإنتاج خيط عالي الجودة بمظهرية ولف الخيط مع مردود إنتاجي عالي بتخفيف درجة التشعر على سطح الخيط بأبعاد البالون الناتج عن جسم الماسورة لتفادي الاحتكاك المسبب لظاهرة التشعر وتقليل احتمال انقطاع الخيط الناجم عن تشابك واحتكاك خيط البالون مع جسم الماسورة و اللف المنتظم. ينظم نظام الشد الالكتروني

Tension Manager قيمة شد الخيط المطلوبة بالعلاقة مع تناقص مستوى الخيط على الماسورة وكامل التغيرات بقيمة الشد بالعلاقة مع تناقص الخيط، يمكن متابعتها من خلال شاشة موجودة على كل رأس لتؤكد أن نظام الشد يعمل بشكل طبيعي. يقوم حساس الكتروني برصد مقدار توتر الخيط الناجم عن ازدياد شده مع تناقص الخيط على الماسورة, ينقل الإشارة إلى معالج يعطي الإيعاز إلى نظام الشد بالآلة بتخفيض الضغط على الخيط الممسوك بواسطة قرصين. ولكن من سلبياته أنه لا يمكن معرفة مدى قيام الحساس بوظيفته إلاّ من خلال فحص الشد لكل رأس على حدة بواسطة جهاز فحص يدوي، كما أن تحرير الخيط بواسطة القرصين يرافقه انزلاق ومرور كميات غير مراقبة من الخيط، مما يسبب خلل بالشد وبالتالي بانتظامية اللف على الكونة. لهذه الأسباب، لابد من إضافة نظام تخفيض سرعة اللف مع تناقص الخيط على الماسورة (الذي بدوره يخفض من مردود الآلة) كوسيلة احتياطية بديلة عند وجود خلل في عمل الحساس، بالإضافة إلى أن الحساس موجود في رأس التدوير مكشوفاً ومعرضاً للضرر.

يزود جهاز وصل الخيط على كل رأس بمقص من مادة السيراميك عالي المقاومة لا يحتاج إلى صيانة أو تزييت ويقوم على على إعادة البناء الميكانيكي للخيط تبعاً لمعامل البرم حيث يتم التحكم بالرأس غير المبروم و تعدل كثافته ومن ثم يعاد برمه (شكل 12-13) ، هناك ثلاث حركات مستقلة تتم بالترتيب وهي حركة أنبوب شفط خيط الكونة وحركة أنبوب شفط خيط الماسورة وحركة العاقدة، ويقوم نظام مراقبة و كبح اسطوانة اللف و الكونة بعمله حالما تتوقف الكونة مما يزيد الإنتاجية.

يكون جهاز التخليع الأوتوماتيكي على الآلة ذا سرعة عالية بتبديل الكونه والوصول إليها (في الآلة الحديثة سرعة التخليع 9 ثواني، وسرعة حركته نحو الرأس المتوقف 52 م/دقيقة) تزود الآلة بكامل الحساسات والمنبهات الضوئية الضرورية وشاشة مراقبة على كل رأس، يمكن بسهولة تحديد مكان الأعطال الفنية، ومعرفة تغير قيمة شد الخيط وتحديد أسباب توقف الرأس و لا تحتاج الآلة إلى مهارات خاصة لتشغيلها وخدمتها. يعتمد نظام لف الخيط Pac21 المدمج على استخدام اسطوانة لف بنوعين مدمجين من الحلزنة، وهذا النوع المدمج من الاسطوانات ملائم لجميع أصناف ونمر الخيوط المشغلة

بهدف تلافي عيوب الشريط على الكونه وتراكم لفات الخيط على حوافها، تؤمن هذه الآلية عوادم خيط أقل واستهلاكاً أقل للهواء المضغوط.



شكل 12-13

يجب أن تكون آلية النقل الأوتوماتيكي بين الغزل الحلقي ورؤوس اللف (شكل 12-14) ذات تصميم معين يحافظ على نظافتها وسلامة مواسير الغزل من العطب، وتجنب خلط المواسير النظامية وغير النظامية ويجب أن يكون النظام بمجمله بسيطاً وسهل الصيانة. توفر آلية النقل الأوتوماتيكي إمكانية معايرة آلة التدوير بطريقة سريعة وسهلة بالعلاقة مع نوع وإنتاجية الخيط المنتج على آلة الغزل الحلقي.

يقوم النظام بتحضير نهاية خيط الماسورة المغذية وتضعه على رأس الماسورة لتسهيل التقاطه وسحبه على رأس التدوير، واستبعاد المواسير التي لم يكشف نهاية خيطها ليصار إلى فحصها من قبل عامل الآلة. يتضمن نظام الربط الأوتوماتيكي بين مرحلتي الغزل والتدويرات حساساً لفحص المواسير المغذية واستبعاد المشوه منها والناقصة عن الحد المسموح به ليصار إلى تشفيرها آلياً بطرقة نظامية لا تؤثر على الماسورة الفارغة نفسها

قبل تحويلها إلى السير الناقل للمواسير الفارغة. يقوم الدوفر برفع الكونة المملوءة و وضع كونة فارغة و تأمين طول خيط احتياطي مناسب, يتحرك الدوفر للموضع الذي يشارف فيه طول الخيط الملفوف على الوصول إلى القيمة المحددة و يمكن أن تزود الآلة بدوفر آخر مع مزود كون واحد أو مزدوج .

شكل 12-14: نظام الربط الأوتوماتيكي بين مرحلتي الغزل والتدويرات

12-5- أنظمة غزل أخرى حديثة (احتكاكي، إعصاري، خيوط مفتلة)

12-5-1- نظام الغزل المحكم (Compact Spinning System)

تطور نظام الغزل الحلقي التقليدي وتم العمل على نظام الغزل المحكم لتقليل عرض مثلث الغزل، ويبين المخطط (شكل 12-15) منطقة تشكل الخيط ويظهر مشكلة الدمج الجزئي. يعتمد عرض مثلث الغزل على نمرة الخيط المعطاة ومستوى البرم وبشكل أساسي على شد الغزل، أي كلما زاد الشد كان عرض مثلث الغزل b أصغر، عرض توريد الألياف B دائما أكبر من عرض مثلث الغزل.

شكل 12-15: نظام الغزل المحكم.

يحقق تقليل عرض مثلث الغزل تقليل مستوى تشعر الخيط و زيادة متانته، تكون المتانة في قمة مثلث الغزل ثلث متانة الخيط مما يجعل من مثلث الغزل نقطة ضعف محتملة لحدوث تقطعات أثناء الغزل حيث أن الشد الناتج في الألياف عن طريق شد الغزل صغير جدا في وسط مثلث الغزل بالمقارنة مع الحواف ومن شركات كبرى في مجال آلات الغزل المحكم مثل Suessen (Elite spinning) و Rieter (Comforspin) و Zinser (Air-Com-Tex 7000).

12-5-2- نظام الغزل الهوائي (Air-Jet Spinning System)

تم إنتاج وتسويق أول آلة للغزل الهوائي في عام 1982 لإنتاج الغزول منخفضة التكلفة حيث تم إلغاء إعادة اللف مع تخفيض معدل القطوعات وغياب الشعيرات الملتفة. من مساوئها صعوبة الحفاظ على ظروف وشروط ثابتة لعملية الغزل والمعدل العالي لاستهلاك الهواء وانخفاض في متانة الخيوط الناتجة وعدد أكبر من الشعيرات الموجودة في المقطع العرضي للخيط بالإضافة إلى زيادة التفاوت والعيوب مع زيادة سرعة الغزل.

تعتمد الآلة على حقلي سحب مع وجود منطقتي برم هوائي حيث يوجد في هذه الآلة فوهتان لبثق الهواء (N_1،N_2). يمر شريط الشعيرات على التوالي على أزواج من الأسطوانات تحصر بينها حقلي سحب وبمجرد خروجها من اسطوانتي التوريد فإن الشعيرات المركزية تتلقى البرم الكاذب من الفوهة N_2 التي دوامتها الهوائية قوية. بعد إن تقوم الفوهة N_1 ذات التيار الهوائي الضعيف بفصل الشعيرات المحيطية عن الشعيرات المركزية، تميل هذه البرمات للتراجع نحو أسطوانة التغذية يكون التيار الهوائي في الفوهة الأولى N_1 ضعيفاً بالمقارنة مع الفوهة الأخرى حيث يقدم برماً ضعيفاً ومعاكساً بالاتجاه للألياف المحيطة بالحزمة الأساسية فقط ، أما الفوهة الثانية N_2 يكون التيار الهوائي قوياً وهو الذي يقدم برمات كاذبة للألياف المركزية في الحزمة كما هو موضح بالشكل 12-16. تنحل برمات الشعيرات السطحية أولا عند خروج الشعيرات من منطقة النفث الهوائي للفوهة الثانية، ثم تنحل برمات الشعيرات المركزية ثانيا متسببة ببرم معاكس للشعيرات السطحية وذلك ينتج خيط مؤلف من شعيرات مركزية داخلية تدعى اللب وهي غير مبرومة وشعيرات سطحية مبرومة. يتحقق البرم الكاذب من خلال ضخ سرعة تدفق هواء عالية من الفوهة ليتم تشكيل دوامة بشكل دائري في غرفة البرم وباتجاه منفذ الفوهة.

كلما ازداد قطر مخرج الفوهة الثانية فإن الحد الأقصى للسرعات يقترب من جدار الفوهة و ينخفض مدى التدفق في المركز اعتمادا على قطر مخرج الفوهة الصغير. ينخفض عدد ألياف المحورية في الخيوط المنسوجة بالهواء المنفوث مع زيادة ضغط الفوهة الأولى ومعدل السحب وتتحسن خصائص الخيط.

في نموذج (Murata) للغزل الهوائي يتم تشكيل الخيط عبر إدخال البرم من قبل اثنين من تيارات الهواء وفي اتجاهين متعاكسين من قبل اثنين من الفوهات. يمكن أن يؤثر الأنبوب المخدد على خصائص التدفق في الفوهة وبالتالي على حركة الشعيرات ضمن الفوهة حيث يتم تشكيل دوامات دائرية لتدفق الهواء داخل الفوهة ذات الأنبوب المخدد .



شكل 12-16: الغزل الهوائي

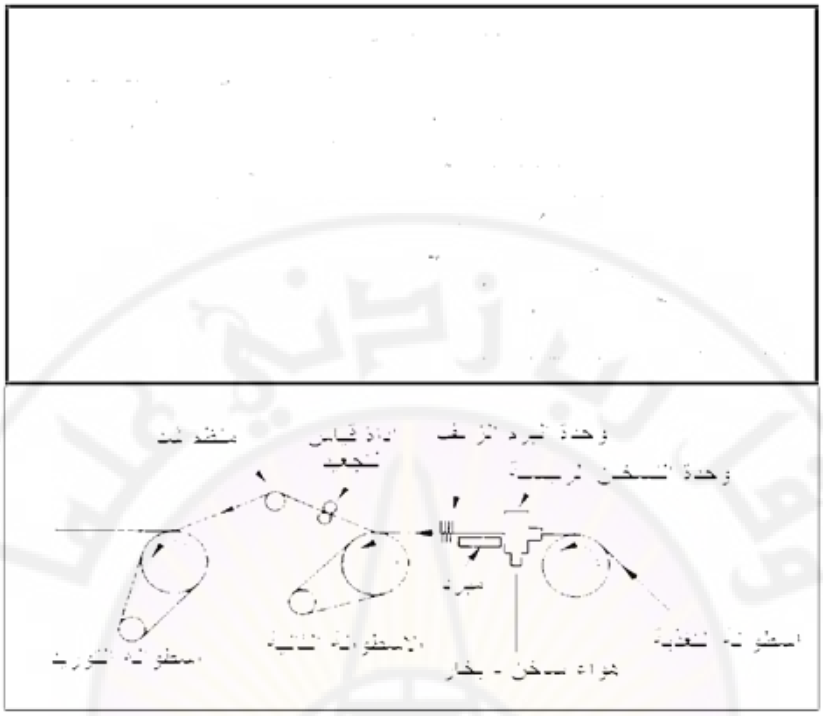
12-5-3- التجعيد بالنفث الهوائي (Air-Jet Texturing)

بدأ الباحثون في أواخر عام 1970 بدراسة جوانب عملية التجعيد للخيوط مستمرة الشعيرات و لا تزال الأبحاث مستمرة حول عملية تجعيد الخيوط لفهم هذه التقنية بشكل أفضل. لعب التحكم دوراً كبيراً بتطور هذه الأنظمة ووصلت سرعتها حتى 6500 متر بالدقيقة وذلك بتنظيم عملية تجعيد الخيط دون المساس بقابليته للصباغة لاحقا (شكل 12-17) و (شكل 12-18).

عند استخدام سرع عالية وضغط تدفق هواء عالي، يمكن التحكم في الخيوط الصنعية متعددة الشعيرات المستمرة حيث تحدث هجرة طولية لشعيرات الخيط في الفوهة و تتشكل حلقات في مجرى تدفق الهواء بشكل كبير.

شكل 12-17

في عملية التجعيد، تتكون النصبة من كونة واحدة أو مجموعة من الكونات التي يمكن تركيبها على النصبة المتوضعة بجانب أو خلف الآلة وتكون الأسطوانات في منطقة السحب ساخنة لتسهيل عملية السحب وإضافة بعض الميزات على خواص الغزول المستخدمة في عملية التجعيد. تتكون منطقة التجعيد من وحدتين وهما نظام الترطيب وفوهة النفث الهوائي وهي الأساس التكنولوجي في هذه العملية. ثبت إن الترطيب أثناء التجعيد بالنفث الهوائي يحسن من خصائص الخيط حيث ينتج خيوطاً ذات نوعية أفضل حيث يتم إبقاء الشعيرات معاً كحزمة واحدة متماسكة إلى حد معين و يخفف من توزع الشعيرات العشوائي حول المركز عندما تواجه الشعيرات التدفق الابتدائي.



شكل 12-18: استخدام اسطوانات حرة الحركة مع منظم حراري

توضع الفوهة بعد وحدة الترطيب في علبة التجعيد للآلة وعادة ما تكون الفوهات مصنوعة من المواد التي يدخل في تركيبها الكلس بحيث تكون أما من السيراميك عالي الجودة (high-grade ceramic) او من كربيد التنغستين (tungsten carbide) ولكن لا يوجد معلومات متوفرة عن تأثير مادة الفوهة على جودة الخيط المنتج .

يشد الخيط في منطقة التثبيت على الأسطوانات التي تدور بفارق سرعة ايجابي بحيث تكون سرعة الأسطوانات الأمامية اكبر من سرعة الأسطوانات الخلفية. يتم الإبقاء على الحلقات التي تشكلت وزيادة استقرارها عن طريق تغذية الخيط إلى منطقة المعالجة الحرارية. يتم اخذ الخيط ولفه على الكونات بعد الانتهاء من عملية التثبيت والمعالجة وفي هذه المنطقة نستطيع التحكم في شد الخيوط في عملية تشكيل وبناء الكونة.

قدمت شركة Dupont في عام 1960 الفوهة نوع (Taslan10) وهي على نقيض النوع (Taslan 9) لأنه في هذا النوع يدخل الخيط محورياً وتيار الهواء يمر بانتظام على محيط القناة وبالتالي يدخل الهواء المضغوط عبر الفتحة إلى ما يسمى غرفة

الاضطراب حيث يتم زيادة سرعة التجعيد إلى حوالى (90–70) متر بالدقيقة وتوفير تكلفة كبيرة في الالتواء (شكل 12-19). في عام 1968 تم تحسين كبير في الأداء التكنولوجي من خلال النوع (Taslan 11), في هذا النوع لا يسمح لتيار الهواء الدخول بشكل محوري عبر كامل محيط الفوهة وإنما من خلال جانب واحد فقط ويمكن أن تكون الفتحة على شكل شق او ثقب او أي شكل آخر , ومن خلال النوع (Taslan 11) الإصدار الرابع ازدادت سرعة التجعيد إلى 500 متر بالدقيقة للخيوط ذات النمرة 167 ديسي تكس . في النوع (Taslan 14) الجديد والمنتج عام 1976 حيث تكون الفوهة مزودة بلوحة حاجزة وظيفتها الحفاظ على الحلقات خارج الفوهة والتي أدخلت إلى جسم الخيط وبالتالي تحسين جودة الخيوط بحيث أن الهواء والخيط يمس باللوحة الحاجزة ويتحرك إلى السطح السفلي لتلك اللوحة ، ومن اجل تحقيق انخفاض في استهلاك الهواء تم تعديل التصميم الداخلي لنحصل على نوع (Taslan 15) . أما النوع (Taslan 20) تم تطويره لتجعيد الخيوط الناعمة من نمرة ال Denier. تطور الفوهات الأسطوانية لنوع (Hema jet) حيث يمكن زيادة الكفاءة للفوهات الأسطوانية لنفس الفئة بحيث تملك الفوهة مدخلين للهواء بالمقارنة مع مدخل واحد للنوع (T100) وثلاثة مداخل كما في النوع (T 341) والتصميم الأساسي للفوهة. أن اختلاف نمر الخيوط يتطلب اختلاف للفوهة وذلك من اجل استقرار التجعيد حيث أن معدل التدفق الكتلي (كغ/ثا) يساوي:

معدل التدفق = كثافة التدفق(Kg/m^3) × مساحة التدفق (m^2)× سرعة التدفق(m/s)

شكل 12-19: تطور الفوهات نوع Taslan.

12-5-4- الغزل الإعصاري (Vortex Spinning)

لخيط الغزل الإعصاري بنية مسطحة مع عدد برمات أقل في المركز ويتألف من ألياف متوازية جمعت مع بعضها البعض بحيث تأخذ الشعيرات السطحية شكلاً حلزونيا، يعتمد تمييز بنية الخيط بالأساس على ترتيب الشعيرات السطحية. يلعب السلوك الحركي لليف داخل حقل تدفق الهواء ضمن فوهة نظام الغزل الإعصاري دوراً هاما في عمليات البرم. يبين الشكل 12-20 حقل تدفق الهواء داخل فوهة المغزل الإعصاري بواسطة مخطط ثلاثي الأبعاد وبالاعتماد على خصائص حقل تدفق الهواء داخل فوهة الغزل الإعصاري عن طريق مناقشة السلوك الحركي المحتمل لليف بالفوهة.

يستخدم مخرج المغزل المجوف لتوريد الخيط وإخراجه من الفوهة، يتكون التجويف الاسطواني الذي يكون قطره صغيراً نسبيا داخل جدار الفوهة المحيط بالجزء المدبب للمغزل المجوف، ويفترض أن تكون الألياف ذات جسم اسطواني طويل ورقيق. يبدأ نهاية الليف بالدوران حول جدار الفوهة ليبدأ بالتحرك خارجا تدريجيا وعند وصول نهاية الليف

إلى أقصى نقطة خارجاً بشكل كامل تشكل هذه الشعيرات الطبقة السطحية للخيط المنتج، بعد هذه المرحلة تكون نهاية الليف بالحالة الحرة و عندها تدور هذه النهاية بشكل دوري على شكل عدة حلقات خلال عملية تشكيل الخيط المغزول حيث تحدث عملية برم للألياف حول السطح الخارجي للخيط بإدخال البرمات خلال هذه المرحلة التي تنتهي بعد دخول نهاية الليف إلى المردن المجوف حيث يشكل الخيط ضمن العمود المردن و يورد خارج الفوهة. يمكن استنتاج قيمة المتانة العالية للخيط في غزل الإعصاري من خلال العدد الكبير لألياف الملتفة حول السطح الخارجي للخيط و عدد البرمات على طول الخيط . يشير العدد الكبير للدوامات إلى عدد البرمات المطبقة على الخيط، كذلك تشير سعة الدوران الأعظمي إلى متانة الألياف الملتفة حول السطح الخارجي للخيط. خلال نصف المرحلة الأخيرة من برم الألياف حول السطح الخارجي للخيط تتحرك نهاية الليف من أقصر نقطة خارجاً من على الجانب الأول إلى الجانب الآخر، تنتهي عملية برم الألياف حول السطح الخارجي للخيط عند دخول الليف إلى المردن المجوف. ينخفض ضغط الهواء بالتوازي مع انخفاض الهواء المضغوط من فتحات ضخ الهواء حيث يصل ضغط الهواء إلى الحد الأدنى عند مخارج فتحات ضخ الهواء بينما توجد منطقة الضغط الأعظمي عند مدخل المردن المجوف، حيث تبدأ من هذه المنطقة و تتشكل خارجا طبقات متحدة المركز من الضغط المنخفض. يلاحظ أن توزع الضغط حول الليف غير متوازن ويؤدي ذلك إلى تشوهه و اهتزازه باتجاه الجانب ذي الضغط المنخفض. يظهر الشكل 12-21 احد التصاميم الخاصة بالأبعاد والمجالات الحسابية لتدفق الهواء والألياف.

شكل 12-20: نظام الغزل الإعصاري حيث: (a) وحدة الغزل، (b) مقطع للفوهة

شكل 12-21: رسم تصميمي لفوهة الغزل الإعصاري

12-5-5- الغزل الاحتكاكي (Friction Spinning)

ظهر الغزل الاحتكاكي عام 1973 و يقوم على مبدأ البرم الاحتكاكي وهو مناسب لإنتاج الخيوط السميكة (Ne 20) وبسرعة إنتاج 300 متر بالدقيقة (شكل 12-22) ، تم تزويد النظام بأخدود بين الاسطوانات الاحتكاكية المرفقة حيث يمسك طرف الخيط في الأخدود عن طريق الشفط المطبق من أسطح مثقبة في اسطوانات الاحتكاك. إن تماس الخيط مع الأسطح الاحتكاكية للاسطوانات يسمح بتطبيق البرم على الخيط الناتج عن طريق ضم الألياف لطرف الخيط عند دورانها ويسحبها من الأخدود على طول

الاسطوانة. تستمر العملية و بالتالي يساوي طول الخيط الناتج عدد الألياف التي سيتم إضافتها لطرف الخيط لتشكيل طول جديد للخيط.

شكل 12-22: الغزل الاحتكاكي

يوجد في آلة الغزل الاحتكاكي (DREF-II) نظام سحب وحيد لنمر غليظة من 98 إلى 1181 تكس ، في حين تطور نظام (DREF-III friction spinner) وتم إنتاجه تجاريا عام 1981. بعد أن تدخل أشرطة (حوالي خمس أشرطة) من نمرة (10-15) كيلوتكس، يتم تفتيح وتسريح الشعيرات بواسطة اسطوانات الكرد وتنتقل بالقناة هوائيا إلى اقراص اسطوانات الغزل. تحوي الآلة رأسين لتغذية الأشرطة (شكل 12-23) ونمرة الشريط المسحوب تكون حوالي (2.5-3.5) كيلوتكس والتي تغذى إلى وحدة السحب لتشكل قلب الخيط، وتقوم وحدة السحب الاخرى بتشكيل غلاف الخيط. تتكون وحدة السحب الأولى من ثلاث مجالات سحب لسحب مبروم القلب وبتغذية (8.5-85.0) متر بالدقيقة وبشكل 85 بالمئة من كثافة الخيط. يتكون نظام السحب الثاني من زوج من اسطوانات التغذية لسحب مبروم يشكل غلاف للخيط وبسرعة (0.12-1.2) متر بالدقيقة. تدور اسطوانات التفتيح بسرعة 12000 دورة بالدقيقة ولها تغطية بأسنان منشارية بزاوية 10 -20 درجة لألياف القطن. قد تنتج مشاكل في قناة تجميع الألياف ومشاكل في توجيه الألياف. يشكل نظام الغزل DRE F-5 (شكل 12-24) الحل

المثالي لإنتاج خيوط ذات جودة عالية ونمر بمجال (15–37) تكس وسرعة إنتاج حتى 200 متر بالدقيقة.

شكل 12-23: DREF–III friction spinner

شكل 12-24: نظام الغزل DRE F–5

تطورت الآلات وفي آلة (DRE F–2000) تتحقق إنتاجية 250 متر بالدقيقة لإنتاج خيوط من المنسوجات المراد إعادة تصنيعها بالإضافة للخيوط التقنية. وأخر نموذج لهذه الآلة كان (DRE F–3000) لإنتاج خيوط ذات نمر 33 إلى 666 تكس وإنتاجية

250 متر بالدقيقة مع دليل للشعيرات المستمرة وهو ملائم لعدة أنواع من نوى الخيوط. يبين الشكل 12-25 منطقة الغزل في آلات الغزل الاحتكاكي المعدلة والتي تسمح بإنتاج الخيوط وتوضع الألياف على السطح والمركبة (بتوضع الشرائط جانب لجانب) أو خيوط ممزوج (بتوضع تراكمي)

شكل 12-25: منطقة الغزل في آلات الغزل الاحتكاكي

12-6- آلية عمل أنظمة الغزل الحديثة

(Working Principles of Modern Spinning Systems)

شهد القرن العشرين تطورات سريعة لآلات الغزل التجارية والمحققة لنسب إنتاج كبيرة عن طريق تطوير الأجزاء العاملة، وزيادة السرع العاملة للآلة وتقليل المساحات العاملة وتقليل الطاقة والعمالة اللازمة لكل كيلوغرام من الغزول المنتجة، وتقليل العوادم وتامين استمرار التطور في القرن الواحد والعشرين. عملت مراكز البحث والتطوير على تطوير الأجزاء العاملة مثل الحلقة والدبلة والمواد العاملة ومواد التغطية السطحية المخفضة للاحتكاك وتطوير أنظمة التخليع الاتوماتيكية وغير ذلك. فعلى سبيل المثال يبين الشكل

12-26 ثلاث أنظمة غزل نحكم من ثلاث شركات وهي (Rieter of Switzerland) و (Suessen of Germany) و (Zinser of Germany) قد تبدو مختلفة ولكنها تعتمد على استخدام النظام الهوائي أو الأدوات الديناميكية الهوائية للتحكم بالألياف وتوجيهها وتحقيق اصغر مثلث غزل ممكن مقارنة مع أنظمة الغزل التقليدية.



شكل 12-26: أنظمة غزل محكم مختلفة

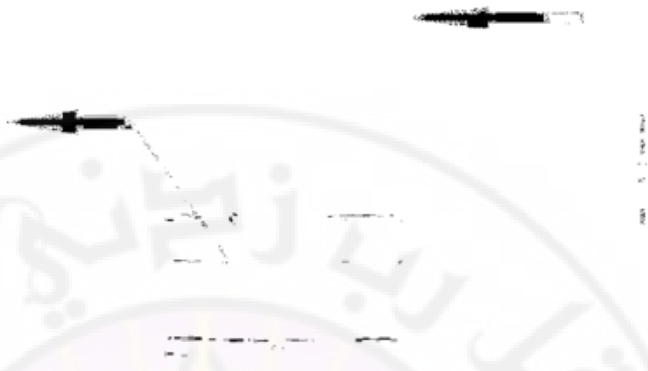
12-6-1- نظام غزل (Rieter Comfor)

ويوضح الشكل 12-27 عملية الغزل المحكم ومنطقة تكثيف الشعيرات التي تتبع مباشرة نظام سحب 3\3 مع سيور مزدوجة، تم استبدال اسطوانة التغذية لنظام السحب باسطوانة (طنبور) مثقبة لهذا الغرض. نظام شفط ثابت يولد ضغط هوائي مركب داخل الطنبور المثقب. وهذا يؤدي إلى تيار من الهواء المتدفق من الخارج إلى داخل الطنبور. تُمسك الألياف الموردة من خط التغذية لنظام السحب بقوة على سطح الطنبور المثقب وتتحرك بسرعة الطنبور الزاوية وتضغط اسطوانة علوية ثانية على الطنبور المثقب. في هذا النظام، هناك منطقة متوسطة تتوضع بين مجال سحب وتشكل الخيط، حيث يتم تكثيف الحزمة المسحوبة أفقيا بواسطة وسائل القوى الهوائية في هذه المنطقة. تصبح حزمة الألياف المغذية إلى مثلث الغزل صغيرة جدا، تجمع وتدمج جميع الألياف التي تبقت من مثلث الغزل بشكل كامل في الخيط.

شكل 12-27: نظام غزل Rieter Comfor.

12-6-2- نظام غزل (Suessen - Elite)

يتحقق التكثيف في هذا النظام من خلال تطبيق منطقة تخفيض، حيث يتم وضع أنبوب على شكل فاكهة المنجا بعد الأسطوانة الأمامية. المقطع الأنبوبي يتعرض لضغط طبيعي ومطوق بسير شبكي مثقب (شكل 12-28). أسطوانة التغذية العلوية مزودة بتغطية مطاطية وتضغط على السير الشبكي مقابل المقطع المجوف وتقود سير السحب. يخلق تيار هوائي من خلال السير عن طريق أخدود إلى داخل مقطع الأنبوب، يمسك التيار الهوائي بالألياف بعد أن تغادر خط مجال اسطوانة المسك ويتكاثف حبل من الشعيرات، والتي يتم توصيلها بواسطة السير على مسار منحني (أخدود) ونقلها إلى خط التسليم تحت تأثير الضغط السلبي ويصل مباشرة إلى مجال مسك خط التوريد، وتبقى الألياف محكمة تماما.



شكل 12-28: مخطط لنظام غزل Suessen – Elite

12-6-3- نظام غزل(Zinzer Air-Com-Tex 700)

في هذا النظام، تؤخذ حزمة الألياف الخارجة من نظام سحب 3 أسطوانات تقليدي من خط مجال سحب وتكثف عن طريق تدفق الهواء تحت الشفط على سطح سير مثقب. تتعرض سيور التثبيت ذات المقطع المجوف لضغط سلبي وتكون مجوفة مع فتحات مستقيمة في اتجاه حركة السير. وتتعرض الألياف لشفط في مجال الثقوب وبالتالي يتم تكثيفها. طورت هذه العملية بالتعاون مع ITV Denkendorf والمتمثلة في آلة Zinser Air-Com-Tex 700.

توجه الألياف نفسها مباشرة بعد نظام السحب نحو السير المثقب من خلال تدفق الهواء الموجود (شكل 12-29). يطبق على سطح السير دوامة هوائية من الجانب تسبب تحزم الألياف فوق صف من الثقوب. من خلال التطوير الجديد للمقطع ، شفط الهواء يستخدم كقوة جانبية وبالتالي تشكل عائقاً اكبر لازدياد عرض الشعيرات وتضمن ثبات حزمة الشعيرات على الثقب. تثبت حزمة الألياف بين السير المثقب والأسطوانة الخلفية وبذلك يتم تغذية نقطة المسك. يتشكل الخيط عن طريق برم الحزمة المكثفة. الأجزاء والعناصر المتصلة بالمغزل تم تصميمها لتناسب تدفق الهواء عند النقاط المهمة وتفادي تراكم الشعيرات ويتم تنظيف ذاتي للسير مع كل دورة لتفادي الانسداد. يولد ضغط

الشفط اللازم للغزل المحكم بواسطة جهاز منفصل ويمكن ضبطه عن طريق محول ومراقب بشكل دائم.

شكل 12-29: نظام السحب في آلة الغزل Zinzer Air-Com-Tex 700

12-6-4- نظام الغزل المحكم (RoCoS)

طور نظام الغزل المحكم RoCoS حيث يتم إنتاج الخيوط في هذا النظام عن طريق ربط الشعيرات المرتبة في منظومة منطقة التكثيف بعد نظام السحب لدرجة لا تسمح بتشكل مثلث الغزل خلال عملية برم الشعيرات لتشكل خيطاً. تدعم الأسطوانة الخلفية الأسطوانة الأمامية أسطوانة التغذية الضاغط المغناطيسي الدقيق يضغط عن طريق المغنطة على الأسطوانة الخلفية ويشكلان معاً غرفة ضغط , السطح المشكل للاسطوانة الخلفية يتحرك بالتزامن مع الشعيرات المنضدة وينقلها بأمان من خلال الضواغط (شكل 12-30).

شكل 12-30: نظام الغزل المحكم RoCoS

تم إحكام غزل الخيط باستخدام جهاز سحب متطور، حيث تم استبدال السلندر الأساسي في جهاز السحب بسلندر أعرض وسلندر ضاغط عليه مع جهاز شفط (سحب) للهواء. تشكل فوهة النفث الهوائي المكون الرئيسي في نظام الغزل المحكم الهوائي وتتوضع بين مخرج وحدة الغزل المحكم المروحي (Rocos) ودليل الخيط في آلة الغزل كما هو موضح في الشكل 12-31.

شكل 12-31: نظام الغزل المحكم (Rocos) المطور.

تتوضع الفوهة على مسافة (6 cm) تحت أسطوانات التغذية لمنظومة السحب في الغزل المحكم, ويغذى الهواء المضغوط للفوهة عن طريق وحدة تغذية مكونة بشكل رئيسي من ضاغط للهواء. كلما ازداد قطر التجويف الرئيسي تتدهور قيم التشعر بسبب ضعف دوامات تدفق الهواء وانخفاض كفاءة البرمات الكاذبة. يعطي الرأس السيراميكي للفوهة مع شكل ونوع الفوهة (التي يمكن ان تزود بثقوب في منفذ الفوهة) قيم اقل للتشعر مقارنة مع انواع اخرى. لقطر التجويف الرئيسي و تصميم الفوهة تاثير كبير للحد من تشعر الخيوط في حين ان زاوية الحاقن ونوع رأس الفوهة لها تأثير أضعف وأقل أهمية.

يمتد التجويف الرئيسي (الثقب) من مدخل الفوهة حتى مخرجها حيث أن قطر الفوهة ثابت, ويدخل الهواء عبر الحاقن الذي يتوضع بزوايا معينة بالنسبة لمحور الفوهة ومن ثم يدخل بشكل عرضي على غرف الالتواء.

نظام الغزل المحكم (RoCoS) المطور هو نظام غزل محكم ويوصف بالجيل الثاني من نظام الغزل المحكم وهو جيل جديد في مجال أنظمة الغزل المدمجة. يستند الجيل الأول على شفط الهواء في حين أن الجيل الثاني يعتمد على مبدأ التكثيف المغناطيسي في نظام الغزل المحكم (RoCoS). لا يتطلب مبدأ التكثيف المغناطيسي شفط الهوا مما يؤمن تحقيق الأداء من الناحية الاقتصادية وباستمرار مقارنة مع الأنظمة التقليدية للغزل المحكم وتحقق توفير الطاقة.

يمكن إضافة نظام خاص بشركة (Marzoli) المكون من منطقة إضافية بعد الأسطوانات الأمامية لنظام السحب. يدعم بعد نظام السحب بسير مثقب قبل الوصول إلى الاسطوانة الأمامية الإضافية، والذي هو عبارة عن سير مقاد عن طريق اسطوانة السحب. في هذه المنطقة الإضافية للتكثيف هناك شفط هوائي من خلال ثقوب السير والذي يولد شد للشعيرات وبالتالي بنية محكمة للخيط الناتج. الفوائد التي يمكن تحقيقها هي 15-20٪ انخفاض في نسبة التشعر وزيادة المتانة بنسبة 10٪ و بشكل خاص النمر الناعمة (24-80 نمرة انكليزية) للشعيرات الممشطة، يتم تسويق هذا النظام لتحسين الجودة على حساب الإنتاجية.

12-6-5- نظام الغزل (Cognetex Com4)

نظام COGNETEX COM4 لغزل الصوف هو نظام غزل محكم جديد للألياف طويلة التيلة (شكل 12-32)، صممت في شركة Cognetex بالتعاون مع شركة RIETER. هذه التكنولوجيا المبتكرة تم تطبيقها كوحدة سحب على آلة الغزل الحلقي و تعطي شعيرات الصوف أفضل توازي وتكثيف مقللة بذلك مثلث الغزل المتشكل ، ويكون الخيط المحكم أكثر متانة ونعومة. بنية الخيط الخاصة وانتظاميته تعطي مزايا جيدة مقارنة مع الخيوط التقليدية، مثل انخفاض التشعر وتحسين الانتظامية وزيادة القوة والاستطالة.

شكل 12-32: نظام الغزل Cognetex Com4

12-6-6- نظام المردن المجوف لبرم الشعيرات المستمرة (Hollow spindle system)

يمر المبروم على اسطوانات جهاز السحب ومن ثم إلى نظام المردن المجوف (المفرغ) لإضافة البرمات ومن ثم يلف على البكرة بعد مروره على اسطوانات التغذية. يحوي المغزل المجوف في طرفة السفلي مسمار إضافة البرمات الكاذبة الكامل وقد يوضع في بعض الحالات في الأعلى وتضاف البرمات إلى الخيط المار على اسطوانات

التوريد والتي تمسك الخيط مانعة أي سحب إضافي للخيط. دوران (Filament Pirn) المخروطية الشكل مع المغزل المجوف يسبب عدم إنتاج برم كاذب (شكل 12-33).

شكل 12-33: نظام المردن المجوف

12-6-7- غزل البرم الذاتي (Self-Twisting Spinning)

تسمح آلة البرم الذاتي بزوي الخيوط عن طريق اسطوانات برم كالنموذج التقليدي المبين في الشكل 12-34

شكل 12-34: آلة البرم الذاتي

تم تطوير النموذج لآلات (NV air system) واستخدام البثق الهوائي بتطبيق الزوي على الخيوط بإنتاجية 400-800 متر بالدقيقة وعامل برم حتى 250 برمة بالمتر وطول برم حتى 150 سم ويتم التحكم بالآلة بالحاسب بشكل مستقل لكل منطقة وتتكون الآلة من 12 مغزلاً (4 مغازل لكل مقطع من 3 مقاطع) (شكل 12-35). التطور الأخير في آلة (Belmont textile machinery -Roto-twist machine) هو تطبيق أربع خيوط من الشعيرات المستمرة بواسطة أداة برم هوائي دوارة بعد مروره بفاصل الخيوط وبسرعة إنتاج حتى 550 متر بالدقيقة ومجال تطبيق البرم بطول 90 سم وتستخدم كثيرا في خيوط الموكيت والسجاد.

شكل 12-35: NV air system

وهناك أنظمة أخرى مثل يستخدم نظام S.p.A. في آلة الغزل للألياف طويلة التيلة (نموذج FP D3) مع نظام دمج ميكانيكي (MCS)، و لا يحتاج هذا النظام لنظام شفط إضافي كما هي الحالة في أنظمة الغزل المحكم الأخرى. ويتكون نظام MCS من أسطوانة سفلية أمامية ناعمة إضافية وأسطوانة علوية متعرجة. تشغل هذه الأسطوانات بسرعة أبطأ من اسطوانات السحب الأمامية وهذا سحب سالب، إلى جانب انزياح الأسطوانة العلوية مما يؤدي إلى خلق برم كاذب وكما يضغط شريط السحب كمنطقة ضغط. ويمكن إدراج هذا النظام في آلات جديدة أو إضافته كتعديل للآلات الموجودة حيث يمكن أن يضاف أو يزال من هيكل آلة الغزل بسهولة.

12-6-8- أنظمة غزل الخيوط المفننة (Fancy Yarn Spinning System)

تعد عمليات إنتاج الخيوط المفننة احد عمليات الغزل المتقدم الهامة، يلعب شكل الخيط المنتج دوراً في تصميم أنظمة غزل الخيوط المفننة، يمكن إلحاق أنظمة مختلفة من اجل إنتاج الخيوط المفننة (المزركشة) على آلة الغزل الحلقي مثل الأنظمة التالية: (Marzoli MPN –Rieter VARIOspin – Toyota Electro-draft system) مثل إلحاق المردن المجوف واسطوانات تغذية إضافية (شكل 12-36) و إنتاج الخيوط المحورية كما يبين الشكل 12-37.

شكل 12-36: إنتاج الخيوط المفتلة



شكل 12-37: إنتاج الخيوط المحورية (core yarn)

يبين الشكل 12-38 مخطط نظام الغزل الخاص بإنتاج خيط الحلقات (Loop yarn) ويبين الشكل 12-39 نظام غزل لتشكيل خيوط (Knop yarn) و يبين الشكل 12-40 نظام غزل خيوط الشانيل (Chenille yarn)، حيث تعطى الكثافة الخطية (T) للخيط الناتج بالعلاقة التالية:

$$T = T_1 \times n + T_2 \times H_2 + T_3 \times H_3 \quad Tex$$

حيث أن (n) عدد الخيوط المحورية و (T_1) الكثافة الخطية للخيوط المحورية (تكس) و (T_2) الكثافة الخطية للخيوط المؤثرة (اللاحقة) (تكس) و (H_2) معامل اللحاق للخيط المؤثر ويساوي ناتج قسمة سرعة تغذية الخيط المؤثر (اللاحق) متر /دقيقة على سرعة التغذية للخيط المحوري متر/دقيقة و (T_3) الكثافة الخطية للخيط المثبت (تكس) و (H_3) معامل اللحاق للخيط المثبت ويساوي ناتج قسمة سرعة توريد الخيط المثبت عند مرحلة الزوي الثانية (متر/دقيقة) على سرعة توريد خيط المرحلة الأولى للزوي عند برمه مع خيط المرحلة الثانية بالاشتراك مع الخيط المثبت (متر/دقيقة).



شكل 12-38: خيط الحلقات



شكل 12-39: خيوطKnop

و يكون الاستهلاك النوعي للخيوط المحوري $P1$, المؤثر $P2$, المثبت $P3$ والمشكلة لخيط الزوي المفتل يساوي :

$$P_1 = \frac{T_1.n.100}{T_1.n + T_2.H_2 + T_3.H_3} \ (\%)$$

$$P_2 = \frac{T_2.H_2.100}{T_1.n + T_2.H_2 + T_3.H_3} \ (\%)$$

$$P_3 = \frac{T_3.H_3.100}{T_1.n + T_2.H_2 + T_3.H_3} \ (\%)$$

شكل 12-40: خيوط الشانيل

12-6-9- أنظمة الغزل الكهروستاتيكية (Electro-Static Spinning System)

تعد أنظمة الغزل الكهروستاتيكية احد مجموعة أنظمة الغزل اللا حلقية، تصمم هذه التجهيزات بعد تحديد سلوك الشعيرات داخل حقل الكهرباء الساكنة. وأدت الإمكانية الحقيقية لتوازي الشعيرات في الحقل الكهروستاتيكي إلى تصميم وبناء عدة أجهزة تعمل على هذا المبدأ. تخرج الشعيرات من جهاز التفتيح حتى حقل الكهرباء الساكنة بطريقة معروفة وجهاز البرم والذي هو عبارة عن قطب موجب بآنٍ واحد والخيط الجاهز يلف على بكرة (شكل 12-41). وهنا نذكر الغزل المغناطيسي القائم على فكرة تحريك الدبلة

ضمن مجال مغناطيسي لتخفيض الاحتكاك والحصول على سرع عالية، وهناك قرص الغزل المصمم في جامعة مانشستر (شكل 12-42).



شكل 12-41: أنظمة الغزل الكهروستاتيكية

شكل 12-42: قرص الغزل

12-7- حسابات خاصة بأنظمة الغزل الحديثة

12-7-1- القوة الديناميكية الهوائية التي تعمل على الشعيرات

تؤثر القوة الديناميكية الهوائية على الألياف خلال عملية التجعيد بالهواء المنفوث وتم وضع نموذج يستخدم لوصف القوة المؤثرة على الشعيرات (Fr) والذي يعرف بأنه

محصلة كل من القوى التالية (شكل 12-43) : مقاومة الهواء من التدفق الابتدائي (Fp) ومقاومة الهواء من التدفق الثانوي (Fs) وقوى الاحتكاك (Ff).

يمكن التعبير عن العلاقة بينها بالعلاقة:

$$\mathrm{Fr} = Fp + Fs + \mathrm{Ff}$$

حيث:

$$\mathrm{Ff} = f1 + f2 + f3$$

شكل 12-43: مناطق التغذية والتوريد و قوى الاحتكاك

تعطى سرعة الألياف بالعلاقة التالية:

$$\mathrm{Vn} = (\mathrm{u} - \mathrm{ug})\sin\Phi + (\mathrm{v} - \mathrm{vg})\cos\Phi + \mathrm{r}\Phi`$$
$$\mathrm{Vt} = (\mathrm{u} - \mathrm{ug})\cos\Phi + (\mathrm{v} - \mathrm{vg})\sin\Phi$$

حيث أن (Vt،Vn) هي سرعة العناصر الطبيعية و المماسية بالنسبة لتدفق الهواء و (V،U) هي سرعة عناصر تدفق الهواء في مركز كتلة الألياف و (vg، ug)هي سرعة عناصر مركز كتلة الألياف.

تؤثر على مقاومة الهواء عدة عوامل وهي ضغط مصدر الهواء وتصميم الفوهة والمقطع العرضي للخيوط والموقع عبر الفوهة والتوجه. تعطى مقاومة الهواء الممثلة على الألياف بالعلاقة :

$$dDp = \frac{1}{2}\, Cp\, \rho\, df\, Vn^2\, dl$$

وبالتالي:

$$Dp = \rho \frac{df}{2} \int_{\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} CpVn^2\, dl$$

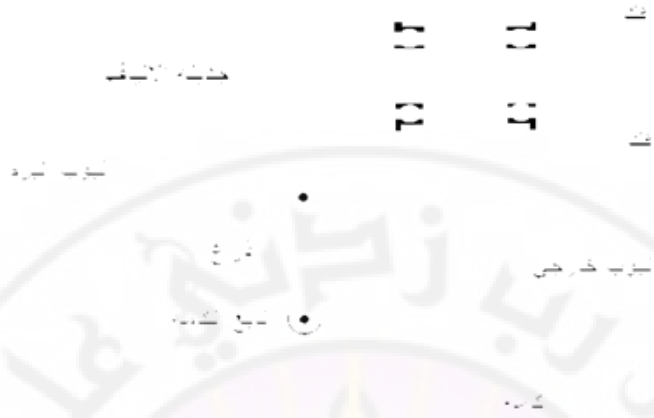
$$Df = \rho \frac{df}{2} \int_{\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} CfVf^2\, dl$$

وبالتالي :

$$Dx = Dp \sin\Phi + Df \cos\Phi$$
$$Dy = Dp \cos\Phi + Df \sin\Phi$$

12-7-2- نظام البرم ذو الفكوك الطاردة المركزية

تزود بآلات الصوف حيث تقوم قوى الطرد المركزية بالتسبب بعملية المسك، ويكون أنبوب البرم محدد الحركة بشكل محوري ويتصل بذراع. عند دوران الكامة يتحرك التابع ويسبب دوران الذراع وبالتالي يدفع أنبوب البرم للأمام وتتسبب بفتح الفكوك وإيقاف تطبيق البرمات، يتحقق البرم عن طريق عكس البرمات بشكل متقطع (شكل 12-44).



شكل 12-44: نظام البرم ذو الفكوك الطاردة المركزية

شكل 12-45: نموذج مقطع عرضي لخيط ذاتي البرم

لضمان الاستقرار خلال الغزل وبفرض (A) هي قوة الاحتكاك بين الخيوط، يجب أن تتحقق العلاقة التالية:

$$F \leq N + A$$

$$\frac{T.R}{2} \cdot \frac{dD}{dz} \leq \frac{T.R}{2} \cdot D^2 + A$$

12-7-3- الغزل الاحتكاكي

تنتج عن اسطوانات الغزل (شكل 12-46) عزم مطبق على الألياف ويعطى العزم بالمعادلة:

$$\text{Torque} = (\mu R_1 + \mu R_2)\ (d/2)$$

حيث أن (μ) معامل الاحتكاك بين الألياف وأسطح القناة و (R_2 ، R_1) مركبات رد الفعل للقوة المطبقة (F) على الشعيرات و (d) هو القطر الفعال لمجموع الألياف المطبق عليها رد الفعل. يمكن حساب المركبات (R_2 ، R_1) كما يبين الشكل 12-47:

شكل 12-46: الغزل الاحتكاكي

شكل 12-47: القوى المطبقة على مقطع الخيط

Damascus University

الفصل الثالث عشر

13- مواضيع متممة في ميكانيك آلات الغزل

Complement Topics in the Mechanics of Spinning Machinery

13-1- مقدمة (Introduction)

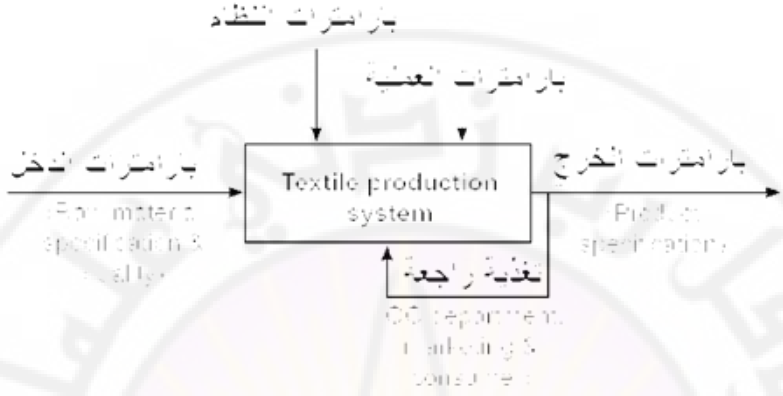
عند تناول موضوع ميكانيك آلات الغزل لابد من التطرق بشكل أو بآخر إلى موضوع تصميم الآلة وعلاقته بالجودة وارتباطه الوثيق بموضوع الصيانة، سيتم التنويه في هذا الفصل إلى بيئة العمل وشروط العمل المثالية لعلاقتها الوثيقة بالسلامة المهنية وسلامة العامل وسلامة التجهيزات الميكانيكية وأداء الآلة وبالنتيجة بجودة المنتج. سيتم تناول إنتاجية الآلة من وجهة النظر الخاصة في الآلة والحفاظ على إنتاجيتها المثلى على أن يتم تناول حسابات الإنتاجية بالتفصيل في مقررات خاصة بتخطيط وتصميم مصانع الغزل.

13-2- دور التصميم الجيد للآلة بالجودة والتحكم بها

(The Good Design Role in Quality and Quality Controlling)

بعد وضع مشروع التصميم واختيار مجموعة الآليات والأجزاء المناسبة وتحديد الأحمال والقوى والاستطاعة اللازمة واختيار نوع المواد لكل جزء اعتمادا على الخواص الفيزيائية والميكانيكية وقابلية التشغيل والتكلفة وتحديد الأبعاد المبدئية وتعديلها بما يناسب الواقع الفعلي ويسهل عملية التصميم، يجب التقليل من الحركات الترددية والاستعاضة عنها بحركات دورانية قدر الإمكان وفهم الاحتكاك بين الأجزاء ودراسة صيانة وعمل الآلة من الناحية الاقتصادية. تراعى شروط الأمن والسلامة المهنية الخاصة بالتشغيل لحماية العامل وتدرس تكاليف التصنيع وطرق النقل والتركيب وهذا ما يجعل المصمم ملزماً بجمع العلوم الهندسية والخبرة العملية والفن والذوق الرفيع.

يجب العمل على أتمتة العملية الإنتاجية ووسائل المراقبة الآلية المستمرة للعملية الإنتاجية حيث يؤمن نظام المراقبة عملية ربط بين مدخلات ومخرجات العملية الإنتاجية وبيان علاقتها مع محددات العملية الإنتاجية وتامين التصحيح المطلوب (شكل 13-1).



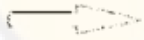
شكل 13-1: نظام مراقبة الجودة

ويجب الاستفادة من التكنولوجيا المتقدمة و تطبيقات الحاسب مثل الذكاء الصناعي والنمذجة والمحاكاة التحكم الرقمي والواقع الافتراضي والنمذجة الافتراضية وتكنولوجيا المعلومات وشبكة الإنترنت والروبوتات والطباعة ثلاثية الأبعاد والبناء الطبقي ثلاثي الأبعاد والمكننة عالية السرعة. ويندرج تحت هذا المجال تقنيات تستخدم للإنتاج والتحكم والتصنيع والنمذجة التي تسهم مباشرة في تصنيع المنتج أو بشكل غير مباشر في العمليات المساعدة لها. فعلى سبيل المثال تزود آلات الكرد الحديثة بأنظمة اتوماتيكية وأنظمة تحكم مناسبة لجميع أنواع الشعيرات الطبيعية والكيميائية بطول لا يزيد عن 65 مم (شكل 13-2)، تتصل آلة الكرد الحديثة بجهاز تغذية شلاليه مزود بنظام متطور لتأمين طبقة شعيرات منتظمة السماكة (مثلا Aerofeed-U system).



شكل 13-2: احد أنظمة الكرد بمستوياته المختلفة

يتم تطوير أجزاء آلات الغزل تجاوبا مع الجودة المطلوبة إما عن طريق تطوير التصميم مثلا كما في تطوير فكوك آلة التمشيط لتأمين مسك ثنائي للألياف المراد تمشيطها (شكل 13-3)، أو عن طريق إضافة تجهيزات خاصة بضبط الجودة كمخطط السبيكتروغرام في الشكل 13-4 . يمكن إيجاد الأخطاء وتصحيحها من خلال قياس نمرة الشريط في آلات الكرد والسحب والتحكم بها من خلال أنظمة المراقبة الالكترونية المرتبطة مع شبكة التحكم، وهناك العديد من الأمثلة التي تم ذكرها خلال الفصول السابقة.



شكل 13-3: فكوك آلة التمشيط

شكل 13-4: جهاز ضبط انتظامية نمرة الشريط ومخطط السبكتروغرام لجهاز السحب

يهدف عمال التشغيل على خطوط الإنتاج إلى صيانة المعدات والتحسين المستمر لهذه التجهيزات. نتيجة الشروط الجوية الخاصة بمعامل الغزل وخاصة الرطوبة والحرارة ونتيجة للعمل المستمر لآلاتها والغبار الناتج عن العملية وضرورة إنجاز العمل بدقة، ولابد من إتباع الخطوات التالية عند تصميم آلات الغزل أو استبدال أجزائها:

1- العامل الاقتصادي
2- أن يكون مصروف القدرة اللازمة للتشغيل أقل ما يمكن
3- توفر المعدن اللازم للتصنيع وأن يكون المعدن رخيصاً وذا متانة وعمر مديد.
4- أن تكون فكرة التصميم سهلة التنفيذ ومحققة للغاية المرجوة منها
5- سهولة تغيير قطع التبديل وفكها وتركيبها
6- استخدام القطع القياسية للتقليل من التكاليف اللازمة لتصنيع قطع غير قياسية.
7- أتمتة العملية الإنتاجية والمراقبة الآلية المستمرة
8- ضمان جودة الإنتاج

أن تحقيق الشروط السابقة يضمن الحفاظ على جودة المنتج وضمان توفير أنظمة تحكم تسمح بضمان مواصفات الغزول وتقليل الهدر ما أمكن.

13-3- إنتاجية وتكاليف مراحل الغزل وعلاقتها بالآلة

The Relationship between the Productivity, Spinning Stages' Cost and Machine

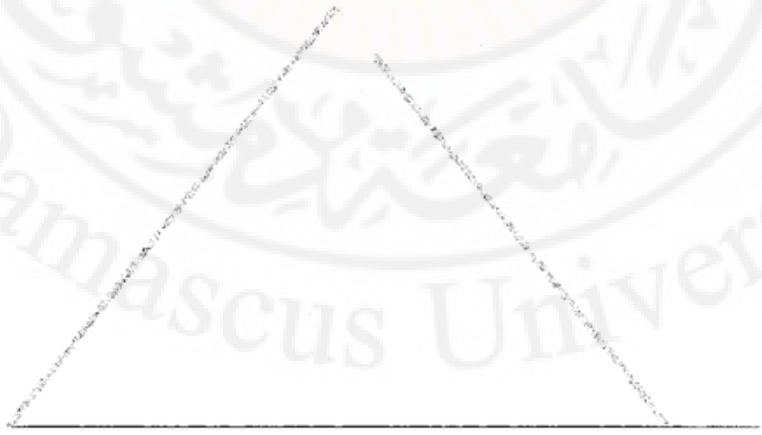
لابد من انعدام أعطال الماكينات وانعدام العيوب ودعم فلسفة في الوقت المناسب للقضاء على الضياعات بكافة أشكالها وأنواعها وتطبيق الطرق العلمية لإدارة هذه البرامج ولإدارة التجهيزات، كل ما سبق يهدف للوصول إلى انعدام الوقت الضائع الخاص بأعطال الماكينات والتجهيزات الميكانيكية، وانعدام حوادث العمل، وانعدام العيوب، ومحاولة التعرف المسبق على الأعطال او المشاكل المحتمل وقوعها.

وقد تم حديثا تداول فلسفة المصانع الرقمية كوحدات إنتاج يتم أتمتتها بالكامل قبل الانتقال إلى الواقع الفعلي بفضل بنية أساسية عريضة من نظم المعلومات والنماذج المترابطة معا. ليتم تلبية حاجة المصنع من مواد خاصة بالصيانة والإصلاح والتبديل في

الوقت المحدد وبالشكل المطلوب، لابد أن تصل المعلومات الواردة في أمر الشراء بعد دراسة إمكانية تنفيذها وأساليب هذا التنفيذ في خلال ثوان معدودة إلى نظام المعلومات الذي يتحكم في خطوط الإنتاج في المصانع, ونظام المعلومات الخاص بالتسويق والمبيعات, ونظام معلومات الخاص بأقسام التعبئة والنقل والتوزيع, ونظام معلومات مرتبط بموردي خامات الإنتاج وقطع الغيار.

تعد الأتمتة وتطبيق أنظمة التصنيع المرنة احد أهم مفاتيح تطوير الجودة وتخفيض التكلفة في صناعة الغزل والنسيج. قامت الشركات بتطوير آلات الغزل أو بتطوير مراحل عمليات الإنتاج كخط إنتاج كامل. تلعب أنظمة المراقبة والتحكم الميكروية دوراً هاماً في تطوير عمل الآلات، والتحكم بإعدادات الآلة وتغييرها لتصبح ضمن القيم المقبولة. يتم ذلك من خلال دراسة وتخطيط وبرمجة المتحكمات لتلبي متطلبات التحكم والحفاظ على مستوى الإنتاجية وتقليل التكلفة المرافقة لعملية الإنتاج.

فعلى سبيل المثال، كل مكون ميكانيكي من مكونات خط الفتح والتنظيف والكرد مرتبط بنظام مراقبة مركزية و ترتبط كل أنظمة المراقبة مع بعضها بنظام التحكم الشبكي خماسي المستويات (شكل 13-5). يتم ربط الآلات بترتيب معين يتوافق مع ترتيب العمليات الإنتاجية ومع اخذ التطورات التقنية بعين الاعتبار لأتمتة عمليات الإنتاج، يبين الجدول 13-1 المهمة المنوطة بكل مستوى تبعا لنظام التحكم خماسي المستويات في مصنع الغزل.



شكل 13-5: نظام التحكم الشبكي خماسي المستويات.

جدول 13-1: المهمة المنوطة بمستويات نظام التحكم خماسي المستويات

المستوى	المهمة	
0	مستوى خاص بالحساسات والتي تعتبر من أهم الأجزاء الخاصة بالتحكم بالآلات. مثل حساسات خاصة بنمرة الشريط والشاشة والحساسات سرعة التوريد والضغط الخاص بالتغذية الشلالية والمسافات وارتفاع البالات. وحساسات السرع والاسطوانات وحساسات الأمان.	
1	مستوى التحكم بالآلات ومكون من متحكمات خاصة منفصلة في النظام المرن	Blend commander لتحضير البالات ويلزم تحديد عدد وارتفاع البالات وجودتها وكمية المواد المغذاة لكل شوط عمل.
		Cleancommander تحريك شفرات سكاكين المضارب للتحكم بكمية العوادم ودرجة التفتيح وكمية سحب الهواء للألياف والعوادم.
		Cardcommander يتم تزويدها بعدة معلومات كنمرة الشريط وسرعة التوريد والسحب الكلي وطول الشريط بالبرميل وضغط التغذية الشلالية ونظام التحكم (autolevelling) والكويلر (جهاز الرص) عالي السرعة وسرعة تبديل البراميل العالية ونظام التحم بالجودة لآلات الكرد.
2	خاص بوحدات التحكم وأنظمة بيانات الإنتاج والجودة. كأنظمة التحكم الالكترونية الخاصة بالتغذية والتحكم بمكان الكرد. كمثال (Trutzschler fibre preparation installation) والتي يتأثر بها نظام التحكم بالتغذية بنظام(Feedcommander©) والذي يؤمن تحديداً تقنياً للمواد المستخدمة والمشغلة وارتفاع البالة وإنتاجية آلة الكرد وضغط التغذية الشلالية. مرحلة الكرد يتم التحكم بها بواسطة نظام (KIT) والذي يعنى بمعلومات وبيانات عملية الكرد لعملية الإنتاج والجودة لآلات الكرد المرتبطة بعضها ويرسم مخطط سبكيروغراف خاصاً بشريط الكرد والمقارنة الخاصة بين القيم المقاسة والقيم الحالية.	
3	نظام التحكم بالعملية والذي يعتبر أداة إدارة هامة لمدير مصنع الغزل. يلخص هذا النظام بيانات الفتح والتنظيف والكرد الخاصة بالمعمل ويوفر البيانات بسرعة وبدقة على الشبكة لاتخاذ القرارات والوصول لها بحرية. ويؤمن النظام إمكانيات تحليل وتقييم خلال فترات زمنية محددة أو فترت سابقة وتحديد وتحليل الميل أو الاتجاه.	
4	أعلى نظام تحكم بالمصنع ويتألف من حاسب يمكن أن يبين إنتاجية المصنع عن طريق ربط أنظمة التحكم المختلفة (الخاصة بالفتح والتنظيف والكرد والعمليات اللاحقة أيضا) ، حساسات متعددة وأدوات وأنظمة تحكم تم تطويرها للتحكم بتحضير الألياف وتقييم درجة التفتيح والتنظيف.	

عند اتباع أنظمة التصنيع بواسطة الحاسب (CIM) في الصناعات النسيجية يجب البدء بجمع البيانات الخاصة بكل قسم في المصنع لوضع برنامج خاص مرتبط بشكل رئيسي بإدارة مراحل الإنتاج المختلفة. من ثم يتم استعراض الإمكانيات المتاحة الخاصة بالتحكم والتخطيط لعملية الإنتاج التي يمكن توفرها إلى المدراء والمشرفين من أجل اتخاذ القرار المناسب. وأخيرا يجب اعتماد أنظمة وبرامج التحكم التي يجب ربطها وبعبارة أخرى ربط الحواسب الخاصة بكل آلة عن طريق الشبكة ويمكن بالنهاية استعراض مكونات وبيانات العملية الإنتاجية عن طريق شبكة خاصة.

يتم تفعيل وتطوير استخدام الأنظمة الروبوتية لتخليع المواسير ونقلها ولابد من ربط العمليات في نقاط معينة خلال خطوط الإنتاج لتحقيق الهدف منها، هناك ثلاثة أمثلة في الصناعة لعمليات الغزل وهي :

1. عمليات غزل – سحب – لف (spin-draw-wind)
2. عمليات غزل – سحب – تسدية (spin-draw-warp)
3. عمليات غزل – سحب – نسيج (spin-draw-textile)

يمكن توزيع بيانات الشبكة على عدد غير محدود من المواقع في معمل الغزل مع وصول سهل من أي مكان خارج المعمل للاطلاع على سير العمل في معمل الغزل مثل برنامج PCanywhere الموضح في الشكل 13-6. وهناك نظام التحكم المباشر لمعطيات التشغيل على الآلات الإنتاجية مثل نظام SPIDERweb، الذي يسمح بتحديد أسباب الخلل أو الخطأ ويتيح الوصول إلى المشكلة وتحليلها دون أي تأخير ضمن لائحة أوامر مرتبة زمنياً و تخزين الطريقة التي تم بها تحليل النتائج واسترجاعها بشكل سريع عند الحاجة.

من ناحية أخرى يساعد استخدام الأنظمة الروبوتية على تقليل عدد العاملين كأنظمة التخليع الاتوماتيكية للمواسير، ويمكن ربط نظامي الغزل والتدويرات كنظام التصنيع (Kondobo-Murata CIM mill) في اليابان، ويمكن نقل براميل الشريط وملفات التمشيط كما في نظام (Sky-Rev) بالإضافة إلى نظام النقل الاتوماتيكي بين عمليات السحب والتمشيط .



شكل 13-6: توزيع بيانات الشبكة في معمل الغزل

13-4- بيئة العمل والملوثات والضوضاء المرتبطة بالات الغزل

Manufacturing Environment, Pollution and Noise of Spinning Machinery

لابد من إيجاد بيئة يستطيع فيها العاملون والتجهيزات الميكانيكية تقديم النتائج المرجوة من العملية الإنتاجية بدون أي فاقد أو هدر وهذا يرتبط بشكل أو بآخر بميكانيك آلات الغزل. يجب التقيد بمستوى التعرض المسموح به من غبار القطن والعوادم والضوضاء بأقسام مصنع الغزل المختلفة ويجب أن لا تتجاوز نسبة التعرض للملوثات الهوائية أكثر من 200 ميكرو غرام في المتر المكعب من الهواء وذلك باستخدام أنظمة تهوية لسحب الهواء من منطقة العمل إلى فلاتر خاصة لتجمع الأتربة والزغب ولتجديد هواء مكان العمل باستمرار. يعبر عن مستوى التلوث بالزغب بعدد القطوعات لكل 1000 مردن في الساعة ويجب مراقبته لضبط مستوى التلوث على ادنى مستوى. لمستوى الضجيج ومراقبته اثر هام على قدرة العمال على السمع وتضرر حاسة السمع لديهم حيث يمكن أن يزيد مستوى الضوضاء عن 90 ديسيبل وهو المستوى المسموح به، يصل في بعض الأحيان مستوى الضجيج في الصناعات النسيجية بين 102 و 114 ديسيبل. من أهم مسببات الضوضاء عدم الضبط الدقيق أو تآكل للأجزاء الدوارة كمرادن الغزل وروتورات غزل الطرف المفتوح نتيجة الاهتزازات، تلعب الصيانة وتزييت الأجزاء الدوارة دوراً كبيراً في خفض مستوى الضجيج وهنا تجدر الإشارة إلى ترتيب الآلات بتوزيع يسمح بوجود فراغ مناسب لتبديد الضوضاء. يجب توزيع مصادر الضوضاء بانتظام على المساحة الكلية لتفادي تركيز الضوضاء في أماكن محددة، تلجأ بعض الشركات إلى عزل حوائط المصنع بمواد ماصة لذبذبات الضوضاء. إن مجال الرطوبة المثالي المناسب لعمل العامل هو من 30 إلى 60 (RH) تبعا لعوامل عدة لابد من أخذها بعين الاعتبار مثل البكتريا والفيروسات والفطور والتأثيرات الكيميائية. سيتم التطرق للشروط التي يفضل أن تتوفر في أقسام مصنع الغزل هي كالتالي:

قسم الفتح والتنظيف: تنتج خلال عمليات الفتح والتنظيف للقطن تراب وجسيمات الزغب المتطايرة في الهواء حيث يتم قياس تركيزها في الجو (ملغ/متر مكعب) ويتم الاستعانة بالتنقية الرأسية لتحسين الشروط الجوية ويجب رصدها دوريا (بتغيير الخلطة –

أو كل ستة أشهر لنفس الخلطة) وهناك مخلفات صلبة (شعيرات) بالإضافة إلى الضجيج (84.8 dBA). يجب أن تؤمن التجهيزات تبديل هواء بنسبة (15) مرة بالساعة على الأقل ويجب أن يكون مستوى الإنارة من 40-50 (lux)، ومجال الحرارة المطلوبة هي (27-35) درجة مئوية و مجال الرطوبة المطلوبة (45-60) % RH.

قسم الكرد: ينبعث عن قسم الكرد زغب قطن مع مخلفات صلبة (شعيرات) ويكون مستوى الضجيج (89.9 dBA). يجب أن تؤمن التجهيزات تبديل هواء بنسبة (20) مرة بالساعة ويجب أن يكون مستوى الإنارة من 40-50 (lux) ومجال الحرارة المطلوبة هي (27-35) درجة مئوية و مجال الرطوبة (50-55)% RH .

قسم التمشيط: ينبعث عن قسم التمشيط زغب قطن مع مخلفات صلبة (شعيرات) بالإضافة إلى الضجيج (84.4 dBA). يجب أن تؤمن التجهيزات تبديل هواء بنسبة (15) مرة بالساعة على الأقل ويجب أن يكون مستوى الإنارة من 40-50 (lux) ومجال الحرارة المطلوبة (27-33) درجة مئوية و مجال الرطوبة (55-65) % RH.

قسم السحب: ينبعث عن قسم السحب زغب قطن مع مخلفات صلبة (شعيرات) بالإضافة إلى الضجيج (85.2 dBA). يجب أن تؤمن التجهيزات تبديل هواء بنسبة (15) مرة بالساعة على الأقل ويجب أن يكون مستوى الإنارة من 40-50 (lux) و مجال الحرارة المطلوبة (27-35) درجة مئوية و مجال رطوبة (50-60) % RH.

قسم البرم: ينبعث عن قسم البرم زغب قطن مع مخلفات صلبة (شعيرات) بالإضافة إلى الضجيج (87.2 dBA). يجب أن تؤمن التجهيزات تبديل هواء بنسبة (15) مرة بالساعة على الأقل ويجب أن يكون مستوى الإنارة من 40-50 (lux) و مجال الحرارة المطلوبة (27-35) درجة مئوية ومجال الرطوبة (50-60) % RH.

قسم الغزل: ينبعث عن قسم الغزل الحلقي أو الطرف المفتوح زغب قطن مع مخلفات صلبة (عوادم خيط) بالإضافة إلى الضجيج (100.1 dBA) و للطرف المفتوح (89.9 dBA)، تزيد الضوضاء مع سوء الصيانة ويجب قياسها شهريا. يجب أن تؤمن التجهيزات تبديل هواء بنسبة (45) مرة بالساعة على الأقل لصالة الغزل ويجب أن يكون مستوى الإنارة من 75-100 (lux) و مجال الحرارة المطلوبة (30-35) درجة مئوية و مجال الرطوبة (45-60) % RH.

قسم التدويرات: ينبعث عن قسم التدويرات زغب قطن مع مخلفات صلبة (عوادم خيط) بالإضافة إلى الضجيج (91.4 dBA). يجب أن تؤمن التجهيزات تبديل هواء بنسبة (30) مرة بالساعة على الأقل في التدويرات و بنسبة (20) مرة بالساعة على الأقل في الزوي والتغليف، نسبة الضجيج هي (94.1 dBA) ويجب أن يكون مستوى الإنارة من 100-125 (lux) ويجب أن يكون مجال الحرارة (27-33) درجة مئوية ومجال الرطوبة (60-65) % RH.

قسم التطبيق: بعد حساب كمية الهواء اللازمة لكل آلة وعدد الآلات نقوم بحساب ضغط الهواء الكلي اللازم بجمع الضغوط اللازمة لكل قسم ونحولها من (m3/h.) إلى C.F.M (Cubic Feet Per Minute) ومن ثم نضيف نسبة (a1) 10 % لاختلاف درجات الحرارة و نسبة (a2) 20% للتنظيف ونسبة (a3) 5% للتسرب ونعتبر مردود الضاغط هو 95% كما يبين الجدول 13-2 . علما أن:

$$ATM = 14.7\ PSI = 1.033\ Kg/cm^3\ 1$$

جدول 13-2: حساب كمية الهواء اللازمة لكل آلة في خط الغزل

القسم
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
a1
a2
a3
[illegible]

تأخذ الإنارة 4 % من الطاقة المصروفة في معمل الغزل وباستخدام إنارة فلوريسينية ذات (70-80 lux/W) نحصل على مردود أعلى للإنارة، وتأتي مصابيح التنغستن بعدها بإنارة (10-15 lux/W) ويلعب ترتيب مكان العمل ولون الطلاء للجدران والمسافة بين مصدر الإنارة والمنطقة المراد إنارتها دور كبير في تحديد كفاءة نظام

الإنارة. لا بد من وضع برامج لتوفير الطاقة وتدريب عمال الصيانة حول مختلف التقنيات الموفرة للطاقة. تلعب أبعاد سقف الأقسام المختلفة دور في تخديم المكان وصيانته ميكانيكيا كما هو مبين في الجدول 13-3.

يمكن استعراض مثال تقريبي عن توزيع مصروف الطاقة ففي قسم الفتح والتنظيف (4%) والكرد (7%) والسحب (2%) والبرم (3%) والغزل الحلقي (35%) والتدويرات (10%) والترطيب (16%) وضاغط الهواء (5%) والشيلر (3%)، ومصاريف أخرى (15%)، و يبين الشكل 13-7 مثال آخر عن توزيع الطاقة لإنتاج الخيوط الممشطة.

شكل 13-7: توزيع الطاقة لمصنع خاص بالخيوط الممشطة

جدول 13-3: أبعاد سقف الأقسام المختلفة ومستوى الإضاءة

القسم	نوع السقف	مستوى الإضاءة / نوع السقف

13-5- صيانة وإصلاح الآلات في خط الغزل

(Maintenance and Repair of Machinery in Spinning Lines)

تهدف الصيانة إلى زيادة فعالية ووقت عمل الآلات والتجهيزات طول العمر الإنتاجي لها، وتهدف أيضا لمنع وقوع الأعطال لا على معالجتها فقط ومن هنا يأتي مصطلح الصيانة الوقائية (لا العلاجية) مما يساعد على خفض التكاليف المرافقة للصيانة وتقليل الزمن اللازم للصيانة وإطالة عمر الآلات والتقليل من التوقفات المفاجئة المؤثرة على الإنتاجية. تم إعطاء أمثلة عن العمر الاستهلاكي لقطع خط الغزل خلال الفصول السابقة وهو زمن يساعد على تحديد فترة إعداد الصيانة تبعا لتعليمات الشركة الصانعة، مما يقلل من أعطال الآلات ويحافظ على سوية وجودة الإنتاج ويطيل عمر الآلات. للآلات والمعدات دور مركزي في التأثير على الإنتاجية، فأعمال الصيانة وظروف تشغيل الآلات والمعدات ومدى استغلال طاقاتها الإنتاجية وإزالة مناطق الاختناق، كل تلك العوامل تؤثر تأثيرا مباشرا على الإنتاجية.

تطبيق نظام لإدارة البيانات يساعد على ادارة تفاصيل تقنيات الصيانة والاستبدال و تضبط الآلات المختلفة في العملية وفقا لكميات الانتاج. تتعرض بعض الأجزاء لاحتكاك واجهادات كما في خط الفتح والتنظيف و عند غزل الخيوط فعلى سبيل المثال يتم تبديل كسوة مضارب التفتيح في قسم التفتيح 2000-4000 طن وتبديل كسوة السلندر الرئيسي وكسوة الدوفر والفلاتس 450-1000 طن واستبدال حلقات آلة الغزل الحلقي كل 2-4 طن خيوط منتجة والسيور العلوية والسفلية لجهاز السحب كل 1-1.5 طن.

يجب مراعاة ضبط وتعيير وتشغيل الآلات بشكل دقيق وإتباع برنامج تنظيف وتزييت وتشحيم الآلة بالأنواع الموصى بها وبالزمن المحدد من قبل الشركة الصانعة باستخدام أدوات الصيانة المناسبة، ولا بد من متابعة الاحتياطي المتوفر من قطع الغيار المطلوبة لدى المعمل مع حساب الزمن اللازم لطلب وتصنيع وتوريد القطع المطلوبة وخصوصا عند طلب المواد من مناطق بعيدة. تطبق الصيانة الوقائية في مصنع الغزل وهنا نذكر أهم النقاط الواجب إتباعها:

1- لابد من تنظيف الآلات من الأوساخ والغبار والزيوت والشحوم وعند تغيير المادة الأولية المستخدمة على خط الإنتاج وتنظيف الآلات ومجرى المادة المشغلة على الآلات في مختلف المراحل.

2- تضع الشركات الصانعة جدولاً زمنياً لأعمال التنظيف والصيانة تبعا لعدد ساعات التشغيل وكمية المواد المشغلة وعمر القطع الاستهلاكي، ويجب تفقد وصلات التزييت.

3- يجب العناية بنظافة جسم الآلة و مفاصل الآلة المتحركة والأجزاء الدوارة ودارات ووحدات شفط الهواء والفلاتر ومحاور ومضاجع الاسطوانات في آلات الغزل والسحب والبرم ومسار الخيط على آلات الغزل والتدوير والتطبيق والزوي وحقول السحب.

4- يجب الالتزام بنوع الزيت والشحم الملائم للعنصر المراد تزييتة أو تشحيمه مع الالتزام بالفترة الزمنية الموصى بها من الشركة الصانعة.

5- إن التدريب الجيد لعامل الصيانة والسرعة والدقة بانجاز عمل الصيانة وإتباع تعليمات الصيانة يساعد على تلافي الأعطال المفاجئة وتحقيق الطاقة الإنتاجية الكاملة.

6- لابد من الفحص الوقائي للآلات مع الفحص اليومي ضمن الجولات اليومية على خط الإنتاج مع الانتباه لتنظيف الآلات من الأوساخ والزغبر وتنظيف فرامل الآلة والتأكد من سلامتها.

يبين الجدول 13-4 مثالاً عملياً عن آلات خط الغزل وزمن استبدال أو صيانة أجزاءها، يمكن تلخيص **تعليمات الأمن والسلامة** الواجب إتباعها في معمل الغزل أثناء القيام بأعمال الصيانة الميكانيكية كالتالي:

1- عدم سكب الزيوت والشحوم على الأرض.
2- لبس الملابس المناسبة لأداء العمل وعدم لبس الملابس الفضفاضة.
3- فصل التيار الكهربائي عن طريق لوحات التشغيل والتحكم وكذلك مصدر التيار.
4- استعمال العدد والآلات المناسبة لفك أجزاء الآلات.
5- عدم ترك العدد والآلات والمفاتيح مبعثرة على الأرض أثناء العمل.
6- أثناء التشغيل يراعى عدم فتح أبواب الآلة إلا بعد توقف الآلة تماما.
7- يجب التأكد من أن الحساسات الخاصة بالأمن الصناعي تعمل بصورة جيدة.
8- في حالة الأعطال الكهربائية يتم إصلاحها بمعرفة مهندس الصيانة الكهربائية.

جدول 13-4: مثال عن آلات خط الغزل وزمن استبدال أو صيانة أجزاءها

الآلة	الجزء	زمن الاستبدال أو الصيانة d يوم- y سنة – m شهر
فتح وتنظيف	Saw tooth, pin or lag covering of beater	4 y
	Blades and pegs of disc type beater	Polishing 2 y- Replacement 8 y
كرد	Licker-in wire	9 m
	Cylinder, Doffer, Flat wire, transfer and redirecting roll wire, Stationary Flats, Combing segments	1.Grinding: 6 m 2.Replacement: 3y
	Stripping Brush, Cleaning brush, Scavenger rod clothing	12 m
	Wire covering of Feed Roller	3 y
	Feed Plate	5 y
تمشيط	Half Lap	3 y
	Top Comb	9 m
	Stripping Brush	12 m
	Cot on detaching roller	Buffing 6 m, Replacement 12 m
	Cot on Draw Box	Buffing 3 m, Replacement 12 m
سحب	Cots	Light Buffing15 d ,Replacement 12 m
	Springs, plungers and weighting elements	5 y
	Pneumatic hose pipe for weighting	Reversal 6 m, Replacement 4 y
برم	Cots	Buffing 3m, Replacement 15 m
	Aprons	Top 18 m, Bottom 9 m
	Clearer Cloth	12 m
	Positively driven clearer cloth	18 m
	Top arm	Reconditioning 5y, Replacement 10 y
	Flyer	10 y
غزل	Cot	Buffing 3 m, Replacement 15 m
	Apron	Top 18 m, Bottom 9 m
	Clearer cloth	12 m
	Top Arm (Spring Weighting)	Reconditioning 5y, Replacement 10y
	Top Arm (Pneumatic Weighting)	1.Hose pipe reversing: 6 m 2.Hose pipe replacement: 4 y 3.Weighting plunger and ribs:4 y
	Pneumafil pipe	Reconditioning: 5y, Replacement 10y
	Ring	3 y
	Traveller	Coated: 20 d, Normal: 5 d
	Spindle and Bolster	10 y

9- التأكد من أن الكابلات الكهربائية معزولة جيدا وبعيدة عن مصادر المياه.

10- عدم التدخين مطلقا داخل مصانع الغزل وعدم إجراء أي لحام أو تجليخ لأي جزء في الآلات.

11- التأكد من أن وسائل إطفاء الحريق متوفرة وتعمل بصورة جيدة.

12- إتباع تعليمات الأمن الصناعي بكل دقة.

لابد من تسجيل كل عمل تم اجراؤه في كتب الارقام القياسية مع تفاصيل العمل المنجز والمواد المستخدمة وقوة العمل والوقت اللازم لاتمام هذه المهمة والمصروفات المقدمة مع مراقبة المخزون من قطع الغيار ومواد الصيانة لبدء مطالب جديدة للمعدات اللازمة في الوقت المناسب. تبين الجداول (جدول 13-5 و جدول 13-6 و جدول 13-7 و جدول 13-8) امثلة عن ترتيبات خاصة بالموجودات وتنسيق وترتيب قطع الغيار وسجل التنظيف والصيانة وتخطيط اعمال الصيانة واعمال الصيانة اليومية. لابد من تحديد التعليمات الواجب اتباعها خلال الصيانة وتحديد الاحتياجات من المواد الخام وتقدير العمالة اللازمة وتحديد الأدوات والتجهيزات اللازمة والالتزام بتعليمات الأمن والسلامة والاوقات المطلوب تنفيذ الصيانة فيها.. يبين الجدول 13-9 تصميم جدول عام لأعمال الصيانة يرفق بالآلات ويدون عليه الاعمال حيث يتم ادخال احرف ترمز لاعطال معروفة. تتم بعض اعمال الصيانة روتينيا لاستمرار عمل الآلة كتغيير الزيوت ومعايرة مستوى السوائل والتشحيم وشحن البطاريات وما إلى ذلك .

جدول 13-5: سجل الموجودات

سجل الموجودات					
الالة	الصانع	الموديل	رقم الالة	سنة الصنع	تاريخ البدء بالعمل

جدول 13-6: تنسيق قطع الغيار

تنسيق قطع الغيار				
اسم القسم: ..... ، الموديل:.....				
اسم الجزء	رقم الكتلوك	رقم الجزء	رقم كود المادة	الكمية لكل الة

جدول 13-7: سجل الصيانة و التنظيف

سجل الصيانة والتنظيف			
وحدة رقم:.....			
قسم:..... ، الشهر:.....			
جدول التنظيف		نشاط الصيانة المرافق لنشاط التنظيف	
رقم الالة	التاريخ	المهمة	رقم الالة
4	2016-01-05	تغيير زيت المردن	12-32

جدول 13-8: تخطيط أعمال الصيانة

تخطيط اعمال الصيانة						
قسم: ....., آلة رقم:.....						
التاريخ	وصف العطل	وقت البدء	وقت الانتهاء	قطع الغيار المستبدلة	الاجراء المتخذ	توقيع الفني

وننوه إلى أن هناك علاقة عكسية بين الصيانة الاصلاحية وتكلفتها وعلاقة طردية بين الصيانة الوقائية وتكلفتها، يجب العمل على تخفيض تكاليف الصيانة واختيار الاوقات المناسبة لتقليل الاعطال (شكل 13-8). تعتبر الصيانة الاصلاحية صيانة علاجية لاستعادة حال الآلة قبل اجراء الصيانة وهي صيانة غير مخططة يمكن القيام بها ثانويا بشكل يومي أو رئيسيا بايقاف عمل خط الانتاج أو المعمل بشكل كامل.

تعتبر الصيانة الوقائية من اهم الاعمال التي تخفض من الاعطال نتيجة تنفيذها بشكل منتظم محدد سابقا وتتم بشكل دوري تبعا لعدد ساعات العمل أو كميات الانتاج، أو توقعية تبعا لعمر القطع المتوقع وتعتمد الصيانة التوقعة على استخدام حساسات لتوفير بيانات لحظية عن حالة القطع قبل الوصول للحالة الحرجة متسببة بحدوث العطل مما يساعد على تجنب الحوادث وتقليل تكلفة المنتج وتنفيذ الخطط الإنتاجية بموعدها.

جدول 13-9: أعمال الصيانة اليومية

جدول عام لأعمال الصيانة


شكل 13-8: مخطط يبين العلاقة بين حجم أعمال لصيانة والتكلفة

المصطلحات العلمية

SCIENTIFIC TERMS

أجنبي	عربي
Abrasion	مقاومة
Resistance	للاحتكاك
Air Compressor	ضاغط هواء
Air Jet Texturing	آلة التجعيد
Machine	بالنفث الهوائي
Auto-leveller	منظم آلي للشريط
Automatic Speed	ضبط السرعة
Adjustment	اتوماتيكيا
Back Draft	السحب الخلفي
Bale	بالة
Balloon Controller	كاسر البالون
Bearing	كرسي محور
Belt Slippage	انزلاق السير
Blendomat	فاتح البالات
Blending	مزج
Automatic Mixer	مكنة الخلط الآلي
Blow Room	خط التحضير
Bobbin Building	بناء البكرة
Bobbin Diameter	قطر البوبينة
Bobbin Holder	حامل البكر
Bobbin Rail	عربة البكر
Bobbin Speed	سرعة البكرة

Brake	مكبح
Calibration	معايرة
Cams	كامة
Card	الكرد
Card Clothing	كسوة الكرد
Card Flats	حصيرة الفلاتس
Card Web	شاشة الكرد
Carded Yarn	خيط غزل مسرح
Carding Machine	مكنة كرد
Circular Comb	مشط دائري
Circular Magazine	مخزن دائري
Cleaning Flat	كسوة فرشاة
Clothing	التنظيف
Clothing Grinding	شحذ الكسوة
Coefficient of Friction	معامل الاحتكاك
Combed Yarn	خيط ممشط
Comber	مكنة تمشيط
Conditioning	تكييف
Cone-Winding	مكنة لف
Frame	المخروط
Control Panel	وحدة التحكم
Conveyor Lattice	حصيرة ناقلة

Core Spun Yarns	الخيوط المحورية المغزولة
Cots	الكسوة المطاطية
Cotton Waste	عوادم القطن
Creel	منصب – نصبة
Delivery speed	سرعة التوريد/التغذية
Detaching Roller	اسطوانة الفصل
Distance Clips	محددات قياس
Doffer	مشلع – دوفر
Doffer Comb	الرعاش
Doffer Wire	كسوة الدوفر
Double Scutcher	مكنة الملفات المزدوجة
Doubling Frame	مكنة الزوي/تطبيق
Doubling of Slivers	تجميع الشرائط
Drawing Frame	مكنة السحب
Drawing Roller	اسطوانات السحب
Drum	طنبور اللف
Duct	قناة – مجرى
Dust Filter	فلتر الغبار
Suction Fan	مروحة شفط
Eccentric Shaft	محور لا مركزي
Efficiency	مردود
Environmentally	صديق للبيئة
False Twist	البرم الكاذب
Fancy Yarns	خيوط زخرفيه

Feed Lattice	حصيرة التغذية
Feed Roller	درفيل التغذية
Feeding Can	برميل التغذية
Flyer	فانوس غزل
Roving Frame	مكنة برم
Folded Yarn	خيط مزوي
Friction Spinning	غزل احتكاكي
Galvanized	مغلفن – مطلي
Gin	مكنة الحلج
Grinding	جلخ
Gripper Arm	ذراع قابض
Guide	دليل
Guide Roller	درفيل دليل
Horizontal Opener	مضرب أفقي
Inverter	منظم سرعة
Lap Roller	اسطوانة الملف
Lubrication	تشحيم
Luminance	الإضاءة
Manual Spinning	غزل يدوي
Metallic Clothing	كسوة معدنية
Mixing Bale	مكنة تفتيح وخلط
Opener	البالات
Motor	محرك
Neps	نبس
Open-End	غزل الطرف
Spinning	المفتوح

Pulley	بكرة
Quality	جودة
Ribbon Lap Machine	مكنة الملفات النهائية
Ring Rail	عربة
Ring Spinning	غزل حلقي
Safety Valve	صمام أمان
Scutcher	مكنة الملفات اسكتشر
Self-Twist Yarns	الغزول ذاتية البرم
Sensor	حساس
Simple Ply Yarn	خيط مزوي عادي
Single Yarn	خيط مفرد
Sliver	شريط كرد
Sliver Lap Machine	مكنة الملفات الأولية
Sliver Monitoring	مراقبة شريط
Slub Yarn	خيط غزل معقد
Speed Frame	مكنة برم خفيف
Reduction Ratio	نسبة تخفيض
Speedometer	عداد السرعة
Spindle	مغزل - مردن
Spun Yarn	خيط مغزول
Staple	طول التيلة
Stripping Roll	اسطوانة تخليص
Suction	شفط
Switch	مفتاح كهربائي
Yarn Count	نمرة الخيط
Yarn Guide	دليل الخيط

Taker-In Roller	المنشار
Tape Condenser	مكثف المبروم
Teaser	مكنة تفتيح العادم
Tension	شد
Tex System	نظام التكس
Thread Guide	دليل الخيط
Top Comb	المشط العلوي
Top Nipper	المقبض العلوي
Top Weighting Arm	ذراع الكبس العلوي
Turns Per Inch	عدد برمات/البوصة
Turns Per Meter	عدد برمات/المتر
Twist	برم
Two-Cylinder Opener	مكنة تفتيح بمضربين
Two-For-One Twister	مكنة زوى غير حلقي بانتاج مضاعف
Uniclean	وحدة تنظيف
Unimix	وحدة الخلط
Ventilation	تهوية
Vibration	اهتزاز
Vertical Opener	مضرب راسي
Waste Opener	فاتح العوادم
Waste Suction	سحب العوادم
Waxing	تشميع
Winding Process	عملية التدوير
Z-Twist Yarn	خيط برم يمين

المراجع

أولا: المراجع العربية

1. زهير منصور, ميكانيك آلات الغزل: جامعة البعث. 2011.
2. محمد عبدو الحسين, تقانة غزل (1): جامعة البعث. 2010.
3. محمد عبدو الحسين, تقانة الغزل (2): جامعة البعث. 2010.
4. اسكندر عمجة, الميكانيك الهندسي (2): جامعة دمشق. 1999.
5. اسكندر عمجة, معن الحوراني، أيمن الخباز، الميكانيك الهندسي (علم التحريك): جامعة دمشق. 2012.
6. معتز جاويش, تصميم الآلات (الطبعة السادسة): منشورات جامعة دمشق. 1992.
7. عبدو الشحادة, علي سلامي، وعد عمران, ديناميك الآلات: منشورات جامعة دمشق. 1997.
8. جميل أبو جهجاه, المعادن: خواصها،اختباراتها ،معالجاتها الحرارية: منشورات جامعة دمشق. 1997.

ثانيا: المراجع الأجنبية

8. Khosrow-Pour, Mehdi, *Industrial Engineering: Concepts, Methodologies, Tools and Applications*: IGI Global. **2013** USA.

9. Shaikh, Tasnim N and Someshwar S Bhattacharya, *Engineering techniques of ring spinning*: Woodhead Publishing India Pvt. Ltd. **2016**, New Delhi.

10. Niijjaawan, Neeraj and Rasshmi Niijjaawan, *Modern approach to maintenance in spinning*: Woodhead Publishing India Pvt. Ltd. **2010**, UK.

11. Purushothama, B, *Handbook on Cotton Spinning Industry*: Woodhead Publishing India Pvt. Ltd. **2016**, New Delhi.

12. Hurmuzlu, Yildirim and Osita D I Nwokah, *The Mechanical Systems Design Handbook: Modeling, Measurement, and Control*: CRC Press. **2016**, USA.

13. Lin, H T, Y C Zeng, and J Wang, *Computational simulation of air flow in the rotor spinning unit.* Textile Research Journal, **2016**. **86**(2).

14. Beyreuther, Roland and Harald Brünig, *Dynamics of Fibre Formation and Processing*: Springer-Verlag Berlin Heidelberg **2007**, New York.

15. Ceccarelli, Marco, *Mechanisms and Machine Science: New Trends in Mechanism and Machine Science*: Springer International Publishing **2015**, Switzerland.

16. Nagarajan, Ganapathy, *Textile mechanisms in spinning and weaving machines*: Woodhead Publishing India Pvt. Ltd. **2015**, New Delhi.

17. Gokarneshan, N, B Varadarajan, and C B Senthil Kumar, *Mechanics and Calculation in Textile Machinary*: Woodhead Publishing India Pvt. Ltd. **2013**, UK.

18. Purushothama, B, *A practical guide on quality management in spinning*: Woodhead Publishing India Pvt. Ltd. **2011**, UK.

19. Kumar, R Senthil, *Process Management in Spinning*: Taylor & Francis Group, LLC. **2015**, New York.

20. Lawrence, C A, *Advance in Yarn Spinning Technology*: Woodhead Publishing Limited. **2010**, UK.

21. Gordon, S and Y-L Hsieh, *Cotton: Science and technology*: Woodhead Publishing Limited. **2007**, England.

22. Majumdar, Abhijit, et al., *Process control in textile manufacturing*: Woodhead Publishing Limited. **2013**, UK.

23. Ali, M Ayub and Adus Shahid, *Optimization of process parameters of blow room and carding machine in cotton spinning process for waste minimization.* Bangladesh Textile Today, **2013**. **6**(5).

24. Thilagavathi, G and T Karthik, *Process control and yarn quality in spinning*: Woodhead Publishing India Pvt. Ltd. **2016**, New Delhi.

25. Veit, D, *Simulation in textile technology: Theory and applications*: Woodhead Publishing Limited. **2012**, USA.

26. Matsuo, T, *Innovations in textile machine and instrument.* Indian Journal of Fibre & Textile Research, **2008**. **33**.

27. Beatty, J r and F Millard, *Principles of Engineering Mechanics V1: Kinematics- The Geometry of Motion*: Springe. **1986**, New York.

28. Lord, Peter R, *Handbook of yarn production: Technology, science and economics*: Woodhead Publishing Ltd. **2003**, USA.

29. Acar, Memis, *Mechatronic Design in Textile Engineering*: Springer Science & Business Media Dordrecht. **1995** UK.

30. Danielczyk, Piotr and Jacek Stadnicki, *Reconstruction of the Main Cylinder of Carding Machine–Optimization of Dimensions with the Use of the Finite Element Method.* The Archive of Mechanical Engineering, **2012**. **2**.

31. Carissoni, Ezio, et al., *Textile Reference Book for Spinning*: ACIMIT. **2002**, Italy.

32. Klein, W, *Manual of Textile Technology, Volume 1–3*: The Textile Institute. **1993**, Manchester.

33. Gong, R H and R M Wright, *Fancy yarns: Their manufacture and application*: Woodhead Publishing Ltd. **2002**, England.

34. Grossberg, P and C Iype, *Yarn Production: Theoretical aspects*: The Textile Institute International. **1999**, Manchester.

35. Grosberg, P and C Iype, *Yarn production: Theoritical aspects*: The Textile Institute. **1999**, UK.

36. Kalpakjian, S and S Schmid, *Manufacturing Engineering and Technology 4th ed*: Addison Wesley Longman. **2000**, Singapore.

37. William, D, *Materials Science and Engineering an introduction*: John Wiley& sons. **2000**, Callister.

38. Lawrence, Carl A, *Fundamentals of spun yarn technology*: CRC Press. **2003**, New York.

39. Zhang, Xiangwu, *Fundamentals of Fiber Science*: DEStech Publications. **2014**, USA.

اللجنة العلمية:

الأستاذ الدكتور المهندس معن الحوراني

الدكتور المهندس خليل الحلبي

الدكتور المهندس محمد أبو عصفور

المدقق اللغوي:

الدكتور محمود سالم محمد

حقوق الطبع والترجمة والنشر محفوظة لمديرية الكتب والمطبوعات