

## تصنيع المنتجات المطاطية

### Manufacture of Rubber Products :

#### 17.1 Pneumatic Tires:

الإطار أنفخي :

الإطار عبارة عن شكل حلقي - إطاري قابل للنفخ يصنع من المطاط ويقوى بواسطة ألياف مشدودة حيث تكون حافات الإطار من الداخل مسيجة بحلقات من أسلاك معدنية (bead) والتي تضبط الطوق المعدني لكي يكون الإطار أمين للمركبة .

الإطار أنفخي يجب أن يوفر الخواص الآتية :

(1) أن يتحمل وزن المركبة .  
(2) أن ينقل القوى من على المركبة إلى الأرض حيث يساعد على تحويل عزم المحرك لتحريك المركبة .

(3) يعطي راحة إضافية للراكب أو الشحنة في المركبة بواسطة:

(أ) يعمل كنباض إضافي .

(ب) تشوه مرن على التموجات في الطريق .

(4) تولد قوى زاوية عالية عند المنعطفات خصوصا عند السرعات العالية نسبيا وهذه قد تكون ممكنة مع الإطار الصلب .

#### 17.1.1 classification :

الإطارات تصنف إلى الطرق الآتية :

(1) الإطار ورموز الحلقة (rim) شكل (17.1) . إن قياس الإطار يظهر على الجدار الجانبي والذي يعطي أبعاد الإطار ، أنظمة عديدة لقياس الإطار شائعة ولكن هناك طريقتين مستخدمة للقياس :

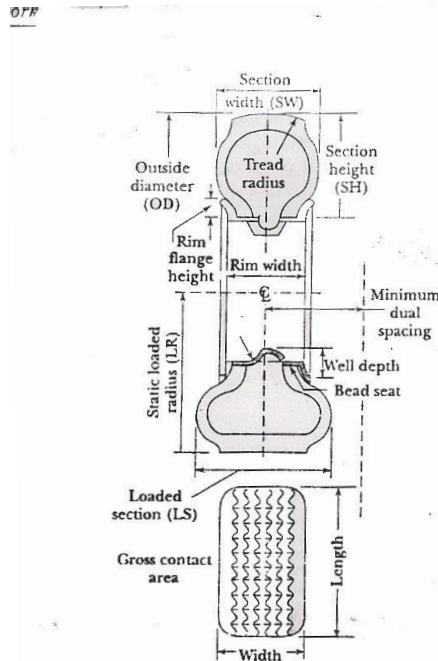


Fig. 17.1 Tyre and rim notation

أ) قياس (20-9.00) يعني إن الإطار له عرض مقطع (9) انج ويضبط على الحلقة التي قطرها (20) انج لحافة الإطار الخارجي (bead)

ب) بالنسبة للإطارات شعاعية الطبقات فان قياس (145/70R12) يعني ان عرض المقطع (145mm) والطبقة القطرية وقطر الحلقة (rim) هو (12) ونسبة الطول الى العرض (70).

معدل طبقات الإطار أيضا تعرض على الجدار الجانبي وتؤشر قابلية استيعاب الحمل .  
2) بناء الإطار ربما يقسم إلى نوع بناء الغلاف المستخدم والاختلافات الفيزيائية الأساسية بين بناء الغلاف (casing) الذي يقع في زوايا الغلاف و أسلاك البريكر .  
هناك طريقتين لبناء الغلاف هي :

أ) الطبقات المتقاطعة (cross ply) زاوية التغليف وزاوية البريكر متساوية وتكون (40) مع أسلاك في طبقات متناوبة تسير في الاتجاه المعاكس .  
ب) طبقات شعاعية : جميع الأسلاك في التغليف تسير في الاتجاه القطري وتكون زاوية البريكر قليلة جدا حيث تكون المسافة المقطوعة بالأميال في هذه الطريقة أفضل . شكل (2-17) .

Manufacture of Rubber Products 719

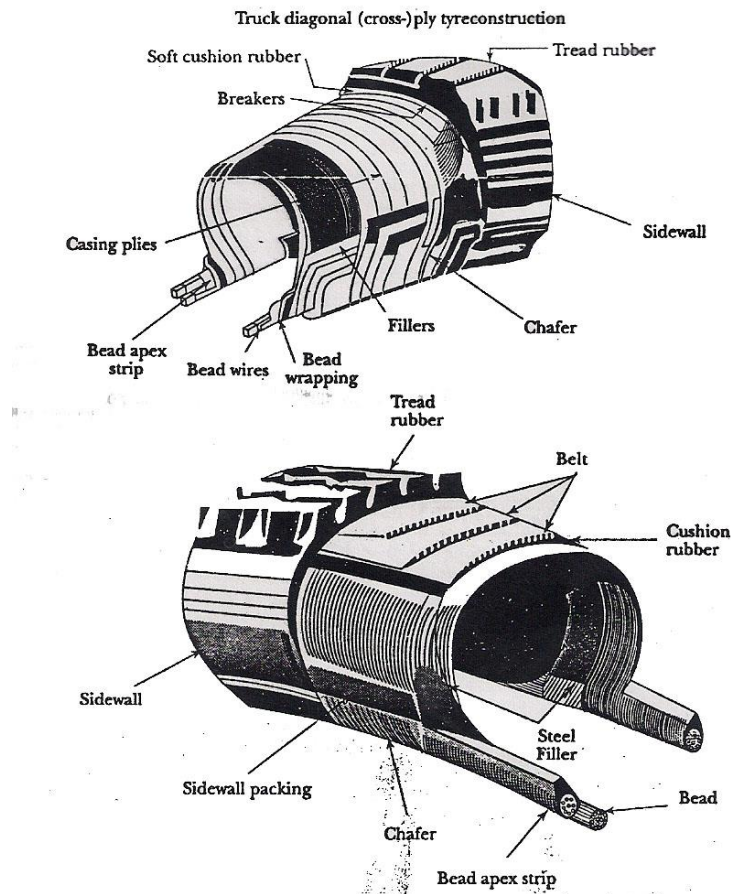


Fig. 17.2 Basic tyre constructions

3) تصميم ن حيث يعمل الماء كمزيت بين سطح الإطار الخارجي (Tread) والطريق لذلك يجب تقليل الاحتكاك وتحسين التماسك للإطار على الطريق ، شكل السطح الخارجي للإطار يساعد على

إزالة الماء بين الإطار والطريق لذلك يتحقق التماسك ، شكل (17.3) يبين أنواع نقشات الإطار

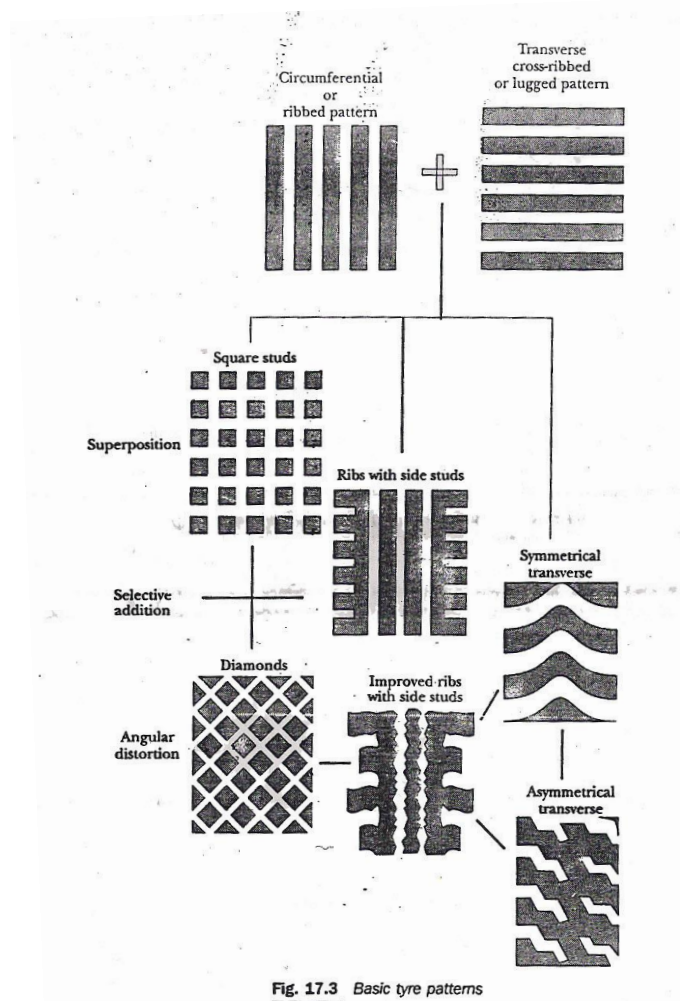


Fig. 17.3 Basic tyre patterns

- (1) النموذج المحيطي أو المضلع ومن خواصه : تماسك جانبي جيد حتى عندما يبلى السطح
- (2) النموذج الناتئ (lugged pattern) تماسك الميلان الطولي جيد وكذلك يميل إلى البلى غير المنتظم والتماسك المنخفض ويحدث ضجيج عند السير .
- (3) نموذج القطع المربعة له خواص تماسك جيدة في كلا الاتجاهين ويميل إلى البلى الغير منتظم وضجيج عند السير وعدم استقرار عند المنعطفات بسبب مرونة القطع .
- (4) أضلاع مع قطع جانبية : يستخدم في صناعة الإطارات وخواصه هي مقاومة البلى والقيادة جيدة بسبب الأضلاع الطولية والقطع الجانبية .
- (5) قطع الماسات (Diamonds) يعطي تماسك جيد في جميع الاتجاهات وكذلك بلى منتظم وضجيج قليل .
- (6) أضلاع محسنة مع قطع جانبية : خواصها تشبه الأنواع التي تحتوي على أضلاع وقطع جانبية .

7) نموذج الانتقال المنتظم : في هذا الشكل فإن القضبان (bar) المتنقلة تصبح على شكل شرائط متوازنة في المركز للنموذج حيث يستخدم بشكل واسع وتكون خواصه هي تماسك عالي والقيادة على السطوح الخشنة والناعمة تؤدي الى بلى غير منتظم اذا استخدمت على طرق ناعمة .

8) نموذج الانتقال غير المنتظم : تصميمها مبني على أساس المسننات الحلزونية (helical gear wheel) .

إن الأنواع الرئيسة لإطارات الطرق السريعة يكون تصميمها أما مضلع (rib) أو ناتئ (lug) أو شبه ناتئ (semi-lug) .

1) Rib type treads : يمكن استخدامها في جميع مواقع العجلات وعند السرعات العالية الأخاديد المحيطية تعطي إمكانية قيادة عالية ومقاومة انزلاق جيدة .

2) lug type treads : تعطي سحب جيد عند التطبيقات ذات العزوم العالية .

3) semi lug-treads : تعطي مقاومة عالية للبلى وسحب قوي في الاستخدامات ذات العزوم العالية وكذلك تستخدم في عجلات القيادة .

-بعض الأمثلة للنماذج ذات الاستخدامات الخاصة مبينة كالآتي :

1) الساحبات (Tractors): تستخدم في الحقول المبللة لذلك تحتاج إلى إطارات ذات أضلاع عميقة لكي تحفر في التربة لتعطي السحب المطلوب .

حيث توضع الأضلاع في زوايا لكي يستطيع الطين ان ينزلق من الاطار لكي يبقى الاطار نظيف عندما يتلامس مع السطح المبلل .

2) الإطارات المستخدمة في الرمال حيث تكون هذه السطوح رملية وناعمة لذا استعمال النماذج المحيطية قليل جدا حيث تستخدم النماذج المضلعة التي تغمر عميقا في الرمال لذلك سوف تتوزع الأحمال على مساحة كبيرة وتقل فرصة أن يطمر الإطار في الرمال .

-الإطار الأنبوبي واللانبوبي Tubed and Tubeless Tyres : عند ضغط الهواء العالي فيجب أن يكون هناك غلق جيد بين الإطار و الحلقة (rim) هذه تتم بواسطة استخدام أنبوب (Tube) مرن مصنوع من المطاط يوضع داخل الإطار والحلقة وهذه الإطارات تعرف بالإطارات التقليدية في بعض الحالات يمكن تحقيق غلق للهواء بين الإطار والحلقة بدون استخدام أنبوب (Tube) هذه تنجز بواسطة استخدام طبقة سميكة من المطاط داخل الإطار والتي تعمل على حصر الغاز هذه الإطارات تعرف بالإطارات اللانبوبية (Tubeless).

### 17.1.2 Components :

الأجزاء المركبة :

هناك ثلاث أجزاء رئيسية للإطار هي الغلاف ، و Tread ، والحلقة الداخلية للإطار (bead).

-الغلاف Casing: يصنع من طبقات نسيجية منسوجة بألياف تغطي وتحاط بمركبات المطاط التي تعطي مقاومة للإطار الأجزاء الآتية مصنوعة من أغلفة مثالية :

أ) الطبقات : مصنوعة من نسيج مكون من ألياف مشدودة يغطي بمركبات المطاط والتي تقطع إلى الأبعاد المطلوبة والزوايا حيث تقفل حول أسلاك الـ (bead) النسيج ربما يكون من القطن أو الرايون أو النايلون كذلك يمكن استخدام ألياف الزجاج أو البوليستر .

ب) الجدار الداخلي (inner liner) يصنع من طبقات المطاط التي توضع داخل الإطار لحماية الطبقات في حالة الإطار اللانبوبي (Tubeless) فإن الطبقة الداخلية تكون سميكة وتكون نفاذية قليلة الهواء .

(ج) العوازل (insulations) : هي طبقات من مركبات المطاط توضع بين او على الطبقات لإعطاء تقوية إضافية ولامتصاص الصدمات للغلاف في المناطق الحرجة .

(د) البريكر (breakers) هي نسبيا أطواق قصيرة من ألياف منسوجة تغطي بالمطاط وتضبط عندما يكون ذلك ضروريا على أعلى الطبقات حيث تمتص الصدمات وتوزعها على الغلاف (casing) حيث تستخدم أيضا لإعطاء جساءة (stiffness) إضافية للمسح الملامس للأرض (Tread) .

(هـ) Chafers : هي طبقات من نسيج تغطي بالمطاط والتي تضبط (fitted) على الغلاف في منطقة الحافة الداخلية للإطار (bead) حيث تحمي الغلاف من التلف بسبب الاحتكاك مع الحلقة (rim) أو خلال تركيب أو إخراج الإطار من الحلقة .

-السطح الملامس للأرض (Tread) هو نسبيا طبقة سميكة تثبت فوق الغلاف والـ(breaker) لحماية الغلاف من أضرار المحيط . القطعة العلوية من الـ(Tread) تكون بلامسة مع طريق حيث تكون النقشة حسب ظروف الاستخدام أما الجدار الجانبي (sidewall) فيعرض عليه القياس والنوع ومعدل الطبقات واسم المصنع .

-الحلقة الداخلية (beads): تتكون الحلقات من ملفات عديدة أو مفردة من الأسلاك تثبت بالمغلفات (wrapping) ، الحشوات (fillers) إن الحلقة الداخلية (bead) تكون نسبيا غير قابلة للامتداد أو التوسع حيث تقفل الإطار مع الحلقة (rim).

إن الحلقة الداخلية (bead) المثالية تصنع من الأجزاء التالية :

(أ) ملف الحلقة الداخلية (bead coil) هذه ربما تكون من سلك واحد أو أكثر تغطي بالمطاط اذا استخدم أكثر من سلك عادة تصنع الأسلاك من الاستيل (Steel) المغطى بالنحاس .

(ب) المواد المغلفة (wrapper) : هي طبقة نسيجية تغطي بمركبات والتي تغلف حول الاسلاك (bead coils) تحفظ طبقات الأسلاك في مواقعها وتعطي تلاصق جيد بين ملف الحلقة (bead coil) والغلاف المحيط أو الحشوات (fillers) .

(ج) القمة (Apex): تثبت على المغلف (wrapper) ويكون بصورة عامة على شكل مثلث ويصنع من مركبات المطاط ويساعد على تثبيت الشكل للـ(bead) والحجم ويمنع تكون جيوب هوائية في المنطقة المدورة فوق (Apex) .

(5) الحشو (Filler) هذه تصنع من نسيج مغطى بالمطاط يثبت فوق الحافة المغلفة (wrapped bead) و (Apex) كما في الشكل (17.5) .



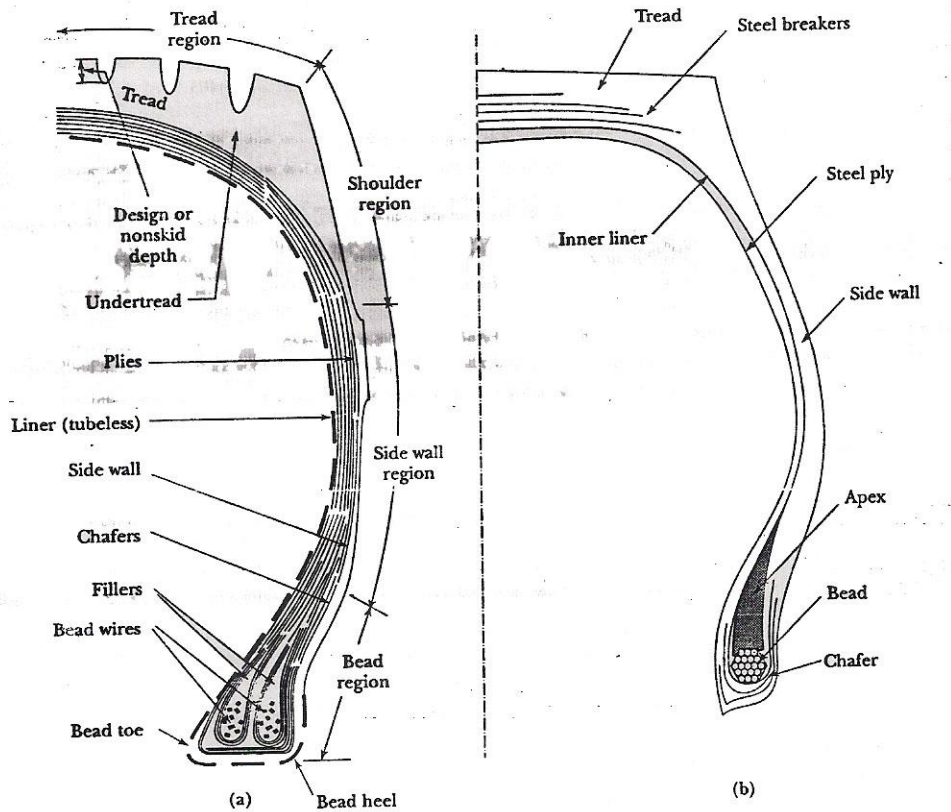


Fig. 17.5 Structural components. (a) Bias ply tyre; (b) Radial tyre

## Preparation of the components :

### تحضير الأجزاء :

النسيج المعالج بالمطاط من ماكينة الصقل (calendar) يقطع إلى أشرطة بزوايا معينة هذه الأشرطة تربط معا من النهايات لذلك تكون أشرطة مستمرة والتي تحتاج إلى أسلاك (cords) عند زوايا معينة على طول الشريط ، عرض الشريط يحضر إلى قياس مناسب حسب الإطار الذي سوف يصنع ثم يوضع شريطين معا لتكوين طبقة ذات أسلاك (cords) على شكل خطوط متقاطعة (criss-cross) أو شكل تشابكي . بعدها توضع طبقة مطاطية عازلة على الطبقة . الحلقة الداخلية (bead) تنتج بواسطة مرور مجموعة من الأسلاك خلال (T-head extruder) لذلك سوف تصبح مطمورة في شريط المطاط . طبقات هذا النوع تلف على اسطوانة (drum) إلى السمك المطلوب . بعد ذلك تغلف حلزونيا بشرائط مكونة من نسيج مغطى بالمطاط وبعد تركيب شرائط الـ (Apex) وشرائط مطاطية ثانوية تدعى (Filler) تطوى حول الـ (bead) الجدار الجانبي والسطح الملامس للأرض (tread) تصنع من مركبات مختلفة والتي تصنع بواسطة البثق .

### 17.1.3 Tyre building

### بناء الإطار

كل المركبات تتركب على ماكينة بناء إطار .

إطارات الدراجة الهوائية تبنى بطريقتين :

1- طريقة تراكب التاج (crown overlap) ألياف النسيج المعالجة بالمطاط تقطع إلى ( 2.5 ) مرة ضعف العرض وتلف حول اسطوانة البناء . بعد وضع ملف الأسلاك للحلقة الداخلية ( bead ) التي تكون ( 0.25 ) من العرض لكل الحافة . مطاط السطح الملامس للأرضي يوضع بعدها .

2- طريقة اللف ( band ) فان النسيج ( cord fabric ) يسير باتجاه ملتوي ويلف على الأسلاك للحلقتين ( bead ) على اسطوانة ماكينة البناء بعدها توضع أل ( Tread ) أي ماكينة بناء إطار أوتوماتيكية تتكون من اسطوانة قابلة للدوران ذات حافات لاستلام مكونات الحلقة الداخلية ( bead ) خلف الاسطوانة ( drum ) هناك مجموعة من الحاملات ( racks ) لمسك الشرائط من النسيج والمطاط وذلك لتوجيهها إلى رولات وذلك لدرفلة المكونات . ثم تثبت الحلقة الداخلية ( bead ) في جهة اليمين واليسار .

في البداية تجهز الاسطوانة بطبقتين من النسيج حافاتهما تتوسع عن الاسطوانة بعدها الحلقة الداخلية في المكان ثم تدار الطبقات حول الحلقة الداخلية . عندما الطبقات والبريكز . ( breakers ) تثبت وتدرقل الجدار الجانبي وال ( tread ) يثبتان على الاسطوانة وبعد فترة قليلة تنهار الاسطوانة ويزال الإطار الأخضر .

الإطارات ذات الزوايا الانحيازية ( bais ) الأعلى من ( 65 ) تبنى على سطح الاسطوانة العلوي المستوي في خطوة واحدة . فوق هذه الزاوية فان الإطارات الشعاعية تبنى بمرحلتين رئيسيتين .

الإطار الشعاعي يجب أن يبنى بشكل مقارب إلى شكل الإطار المقولب النهائي مثل الأشكال الحلقية والاسطوانية فان الغلاف ( casing ) يصنع على ماكينة اسطوانية مستوية من نفس النوع المستخدم في بناء الطبقة المائلة للإطارات . حيث تنقل إلى الماكينة الثانية مع قابلية تمدد أو توسع

الاسطوانة تتكون من مقاطع معدنية مغلفة بالبلاستيك . بعد أن يبنى المغلف ( casing ) على الاسطوانة فان المركز سوف يتمدد كذلك خيوط الطبقات حيث يبنى أل ( tread ) المغلف المتوسع .

الإطارات تتفلكن بواسطة الضغط عند درجات حرارة عالية حيث تنساب المركبات داخل قالب لتأخذ شكل القالب . حيث إن زوايا الألياف في الطبقات تتغير بواسطة تأثير عملية النسخ ( pant graphing ) حيث يصبح الإطار شعاعي الشكل . في الإطارات الشعاعية مع الأسلاك المعدنية فان تشكيل الإطار ( shaping ) يحدث قبل وضع الإطار داخل القالب . حيث انه من الضروري استخدام قوالب على شكل قطع ( segmental ) حيث إن قطع القالب سوف تصل إلى قمة الإطار بالاتجاه القطري عندما يزداد الضغط .

الحزام الناقل يستخدم لحمل المواد من نقطة التحميل إلى نقطة التفريغ . إن نظام الحزام الناقل بشكله البسيط يتكون من بناء مرتفع تدريجيا له بكرات توجيه وبكرات خلفية وبكرات سائبة توضع عند مسافات منتظمة بين البكرات الموجهة والخلفية . الحزام الناقل يدور حول البكرات بواسطة بكرة التوجيه .

نظام الحزام الناقل ربما يكون طوله عدة كيلومترات . حيث تستخدم في الحديد ، الاسمنت ، الطاقة الحرارية ، الموانئ وفي صناعات أخرى .

الحزام الناقل عادة يكون بعرض ( 300 - 1600 mm ) وبطول أكثر من (m400) عادة تستخدم كآلة ميكانيكية لنقل المواد أفقيا باتجاه مائل أو غير مائل .

### Belt Design

تصميم البناء للحزام الناقل يكون على أساس التوجيه الأحادي الذي يحمل مواد مختلفة الدرجات .

لغرض تقرير درجة الحزام وسمك الغطاء يجب أن نلاحظ درجة الحرارة للمواد التي سوف تنقل وطبيعة الاحتكاك والقياس ، التأثير الكيميائي للمواد على الحزام والظروف المحيطة .

إن قوى التوجيه ( driven power ) وإجهاد الشد للحزام الناقل يمكن حسابها من ثوابت المصنع ( manufacturers standard ) والأحزمة لها عامل أمان ( 8-10 ) .

للحصول على الاحتكاك الكافي بين الحزام وبكرة التوجيه ، الحزام يتعرض إلى شد عند ( 2 % ) من الحمل الاسمي ( nominal load ) وعندما يكون الحمل عند ( 10 % ) من الإجهاد الاسمي فإن العملية تكون اعتيادية .

قمة الأحمال ربما تصل إلى ( 25 - 30 % ) من الإجهاد الاسمي . بصورة عامة فإن الحزام الناقل يجب أن يمتلك المتطلبات الآتية :

إجهادات عالية ، نمو قليل ، مقاومة صدمة عالية ، مقاومة انحناء قليلة ، قابلية نقل جيدة ، ومقاومة للظروف المحيطة مثل النار وغيرها .

خلال العمل فإن الحزام الناقل له القدرة على نقل الشد طوليا خلال الهيكل للحزام وإن يحمل الحمل من خلال الغطاء بواسطة انتقال الحزام والأجزاء الأخرى . يغطي الحزام من الأعلى والأسفل بالمطاط الذي يحمي الهيكل ويتحمل الصدمة والقوة الدورانية للبكرة .

الحزام الناقل يتعرض إلى تغيرات الشد والاستطالة عند بداية الاستخدام وعند التوقف .

إن مشكلة الأحزمة هي نمو الهيكل خلال ظروف الخدمة ، والنمو يحسب بواسطة نوع طور التقوية ( reinforcement ) وبناءه والمعاملة .

هناك طريقة خاصة لحساب ورسم منحني ( tension – elongation ) لأي حزام ناقل .

مقاومة الصدمة العالية هي مطلوبة لامتصاص قوى الاصطدام على الحزام في مساحة التحميل . مقاومة الصدمة هي نسبة طاقة الانهيار للحزام . إن قابلية التقوس الجيدة للحزام باتجاه الانتقال ضرورية للانتقال عند الزوايا الكبيرة للبكرات السائبة لذلك تكون قابلية استيعاب للحمل كبيرة .

معجلات ميكانيكية تستخدم للأحزمة المقواة بالأنسجة وعندما طول الحزام الناقل النسيجي يتغير تكراريا



هناك عدة تصاميم للأحزمة النسيجية

1 - one – ply belts –solid woven or single ply

2- two –ply belts -duo –ply or two plies

3-multi –ply belts

المجال الأساسي لاستخدام الأحزمة الناقلة من مواد تقوية مختلفة مبين في الشكل ( 17.7 ) حيث تستخدم عادة الأحزمة المنسوجة ( woven ) .

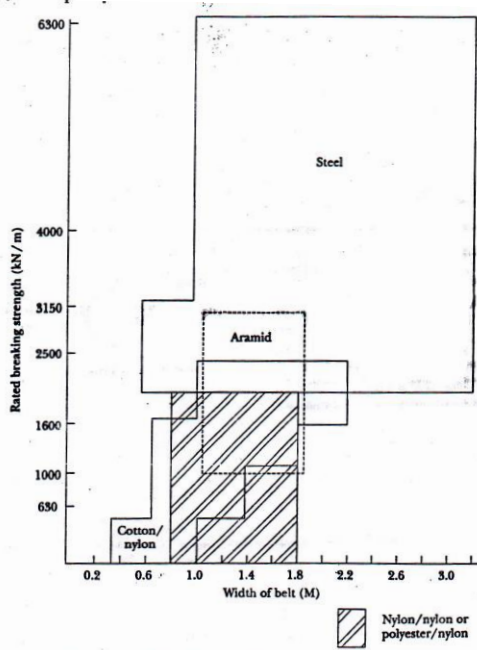


Fig. 17.7 Strength rating of different types of conveyor belting

الانحناء المجدد ينتج من بنية النسيج التي تمتص الانضغاط لطبقات النسيج الداخلية عندما الحزام يمر حول البكرات .

مقاومة الانقطاع للحزام الناقل تعبر بوحدات ( KN/m ) .

طبقا إلى التصنيف الدولي فإن مقاومة الانقطاع تعبر في جداول ( 100 ، 125 ، 160 ، 200 ، 250 ، 400 ، 500 ، 630 ، 800 ، 1000 KM/m )

عدد الطبقات المقوى بها الحزام يؤثر من خلال شكل ( 17.7 ) لإيجاد مقاومة الانقطاع . عادة الحزام يتكون من ( 2- 6 ) طبقات .

الحزام المقوى بواسطة الأنسجة المتقاطعة ( cross belt ) تحسب مقاومته ( KN/m ) مقسومة على عدد الطبقات . نفس التصنيف يستخدم للأحزمة المفتولة ( Ducks belt ) ولكن المقاومة تحدد عند نسبة أعلى من ( 20 - 25 % ) بسبب تحول فقدان الكفاءة .

إن النسبة بين الطول ونقاط التقوية ( cross – wise strength ) عادة تكون 4:1 أو 3:1 و 2:1 عندها تكون المعجلات جيدة المقاومة .

## أجزاء الحزام الناقل

### 17.3.1 parts of conveyor belt

يتألف الحزام الناقل من

- 1-strength/tension members
- 2- inter- ply rubber compound
- 3- cover rubber
- 4- breaker if required

#### جزء التقوية

##### 1- strength member

عادة يكون جزء التقوية مصنوع من الأنسجة القطنية قطن/نايلون ، نايلون /نايلون ، رايون /نايلون . عدد الطبقات يتغير من (2-6) أحزمة القطن تميل لأن تكون حجميه ( bulky ) ولديها مقاومة محددة ( 500 kn/m ) ولكن عند زيادة كمية المواد المحمولة فإن يجب توفر مقاومة عالية للحزام . لذلك تستخدم أنسجة قطن/نايلون . حيث سوف تتحقق مقاومة للحزام أعلى من ( 500kn/m ) . لكن فتائل النايلون ( nylon ducks ) تخضع لعملية التغطيس والتثبيت بالحرارة لتحقيق تلاصق جيد مع المطاط ولتقليل الاستطالة .

إن المقاومة للحزام تكون أقصى قيمة لها ( 1800kn/m ) فقط . حيث تكون هذه المقاومة غير كافية مع زيادة الطلب على أحزمة ذات مقاومة عالية مع استطالة عالية . لذلك تستخدم أسلاك الاستيل ( steel cord ) حيث لها اقل استطالة ( 0.2% ) عند الاستعمال مقارنة مع ( 4% ) نايلون و ( 3% ) بولستر . حيث تستخدم أسلاك الاستيل كجزء شد حيث سوف نحصل على مقاومة ( ST 500 – ST 7000 ) . حيث يمتاز الاستيل بخواص عديدة ولكن يجعل الحزام ثقيلًا بسبب كثافة النسبية العالية .

#### تداخل المطاط بين الطبقات

##### 2- Inter –ply rubber

هذه الخاصية مهمة وذلك لحصول ترابط كافي بين الطبقات ولذلك سوف لا تنفصل الطبقات الواحدة عن الأخرى خلال الاستخدام. كذلك يعمل كوسادة بين الطبقات لتقليل الصدمة . سمك طبقات المطاط المتداخل يعتمد على نوع الطبقات وظروف الخدمة .

##### 3- face cover

تحمي الهيكل من الأضرار الناتجة عن الصدمة ومن الاحتكاك والانقطاع والتحفز ( gouging ) . حيث يصنع الغطاء من ( NR ,SBR ,NBR )

##### 4-Breaker

إذا كانت هناك حماية إضافية مطلوبة للهيكل من الصدمة فتستخدم نسيج سائب ( loosely ) يوضع بين الغطاء والهيكل .

#### 4- Raw belt making

#### عملية التصنيع

## 1-Fabric preparation

## تحضير التصنيع

طبقات النسيج ذات العرض المحدد يتم تجفيفها من خلال المرور في عدد من الاسطوانات المسخنة بالبخار . بعدها الأنسجة المجففة تعالج بالمطاط من خلال مرورها بآلة الصقل التي تحوي على ثلاث اسطوانات ( bowl ) .

ثم تغطي من الأعلى بواسطة مرورها بآلة الصقل بوجود مركبات التغطية .  
في حالة نايلون /نايلون و بولستر /نايلون فإن الأنسجة المصنعة منها تكون مستقرة عند التثبيت بالحرارة ( heating – setting ) وتغمر في ( RFL ) للحصول على ترابط كافي للمنتج النهائي .بسبب عملية الغمر فإن الفراغات ما بين النسيج سوف تملئ لذلك لا نحتاج إلى عملية الاحتكاك ( fractioning )

## 2- preparation of cover rubber

مركبات المطاط تصقل بقياس خاص ومحدد من خلال ماكينة الصقل ثلاثية الاسطوانات . عرض المطاط المصقول يكون تقريبا (75mm) أكثر من عرض الحزام الاسمي

## 3- slitting of plies

النسيج المعالج بالمطاط يقطع إلى العرض المطلوب على ماكينة القطع حسب القياس

## 4- Raw belt making

الطبقات المقطعة تنقل إلى ماكينة البناء اليدوية أو الميكانيكية ( أوتوماتيكية ) حيث تتركب الطبقات حسب العدد المطلوب وتمرر من خلال رولات الضغط وذلك للتصلب والاندماج ثم يثبت غطاء الحزام الخلفي على الهيكل للحزام ويمرر خلال رولات الضغط أما الحافات المطاطية الزائدة ( overlapping ) فإنها تطوى حول حافات أو نهايات الحزام وبنفس الطريقة يثبت الغطاء العلوي ( face cover ) .الحزام الخام ( raw belt ) أو الغير مفلن تلف على رولات وتثبت عليها المعلومات .

## 5- vulcanization

## عملية الفلكنة تنجز بواسطة عملية الضغط الهيدروليكية

حيث تحظر قوالب حديدية وهياكل حديدية وقضبان الرص ( packing bars ) تحت سندان الضغط السفلي حيث يثبت الحزام الغير مفلن ( raw belt ) إلى الهيكل ( frame ) . حيث إن الهيكل يسيطر على السمك والعرض للحزام .

بمساعدة الماسكات المتحركة فإن الحزام الخام يسحب ( stretched ) كمتطلبات أولية لبدء الضغط لغرض الفلكنة . بعدها فإن الحزام المسحوب يضغط بين سنادين الضغط المسخنة بالبخار ويتفلن ،درجة الحرارة والوقت والضغط الهيدروليكي يقل أوتوماتيكيا . بعد عملية الفلكنة فإن الضغط يقلل وتسحب القطعة المفلكنة ثم تدخل القطعة الأخرى الغير مفلكنة وتفلن بنفس العملية حيث تكون هذه العملية مستمرة وعلى طول الحزام إلى أن يتفلن الحزام كله . حيث إن وقت الفلكنة أو الحرق ( curing ) يتغير بين ( 16-30 ) ودرجة الحرارة بين ( 140 – 150 ) وتعتمد على سمك الحزام ومواصفات الحرق للمركبات .

أما الضغط المطلوب للقولبة فيكون بين ( 1.2mpa -2.8mpa ) ويعتمد على نوع الحزام

## 6- inspection and repair

العيوب تلاحظ خلال القولية بعدها يتم إصلاحها ويفحص الحزام . حيث تؤخذ عينات من كل حزام وتفحص تحت عدة متغيرات ( parameters ) . إن المعلومات سوف تثبت على الأحزمة حسب نوعها وخواصها

## 7- finished belt testing

- 1- قياس سمك العرض للحزام وسمك الغطاء الخلفي والعلوي
- 2- الأحزمة التامة المقاومة والاستطالة يتم لفها وتأشيرها .
- 3 مقاومة الشد والاستطالة للغطاء المطاطي في البداية وبعد التعتيق ( ageing ) تؤثر في المواصفات
- 4- التقشر ( peel ) الالتصاق لطبقة الغطاء العلوي وطبقة /طبقة وطبقة الغطاء السفلي ( back cover ply ) .
- 5- اختبار الانتفاخ بالزيوت ( بالنسبة للأحزمة المقاومة للزيوت ) .
- 6- اختبار الحك ( abrasion test )
- 7- اختبار مقاومة اللهب والكهرباء ( لأحزمة pvc )
- 8- اختبار التمزق ( لأحزمة pvc ) .

تستخدم في الأحزمة الدوارة المستوية ( flat running belts ) وفي الأحزمة نقل المعادن تحت الأرض . والتي توجد بأنواع مختلفة :

أ – طبقة أحادية ( monople ) أو نسيج صلب ( solid woven )

ب – ثنائية الطبقة ( duo-ply )

ج – متعدد الطبقات ( multi-ply )

طبقات الأحزمة تكون مزدوجة ( doubled ) قطن/ نايلون أو مزدوجة viscose /nylon كطور تقوية نسيجي .

مركبات مواد التقوية يجب أن تواجه فحص اللهب و اختبار الخواص الميكانيكية وزيادة معاملات الجساءة للحزام ( belt modulus ) .

بالنسبة للأحزمة ذات المقاومة العالية نستخدم أنسجة صلبة هذه تؤدي إلى تحقيق أو انجاز خواص الخشونة ( roughing ) وتقليل انفصال الطبقات وسهولة التوصيل المتراكب ( splicing ) .

الأحزمة النسيجية الصلبة ( solid- woven belting ) عادة تستخدم ( pvc ) كمادة أرضية ( matrix ) . فقط معجون ( pvc ) قليل اللزوجة يستطيع أن يتخلل داخل النسيج الصلب السميك . للحصول على تلاحق كافي فإن الألياف الدقيقة المبرومة والمصنعة تبرم من القطن

## 17.4 HOSES

الخراطيم هي أنابيب بوليمرية مقواة ، تستخدم أساسا لنقل المواد ( السوائل ، غازات والصلب بقياس محدد ) تحت الضغط . على خلاف الأنابيب المعدنية .

الخراطيم البوليمرية تكون مرنة وتمتص الاهتزازات ( vibration ) وتستعمل للسوائل الأكاله ( corrosive ) وتخمد الصوت ( dampen sound ) وتخزن بسهولة وإمكانية صناعة قياسات مختلفة . ( large range sizes ) .

الخرائط يمكن تقسيمها إلى ( استخدام النهاية end – use ) ، العمل عند ضغوط خاصة ومجاميع العديدة الأقطار ( diameter categories ) حيث إن ( end – use ) يكون منزلي الاستخدام ( حدائق المنزل ) والمذيبيات والزيوت وفي التطبيقات الصناعية .

الخرائط تقسم إلى منخفضة الضغط ( أقل من 20 par ) ومتوسطة الضغط ( 20 - 70 par ) وعالية الضغط ( فوق 70 par ) بنيت حسب نوع الاستخدام . الخرائط الخاصة يجب أن تصمم لاستيعاب كمية المواد التي سوف تحمل ( المذيبيات ، البخار ) والعمل عند ضغط وحرارة خاصة وكذلك معدل التحميل ومدى عمرها .

#### 17.4.1 Design of Hoses

خرائط المطاط تتكون من ثلاث مركبات أساسية  
أ- أنبوب المطاط ( lining or tubing )

ب- أطوار التقوية ( wrapped , knitted , braided , spiraled , circular woven ) مع نسيج التقوية ( قطن ، رايون ، نايلون ، بوليستر ، بولي بروبيلين ، أسلاك الاستيل ، ألياف الزجاج أو الأرامايد ) .

ج- الغطاء الخارجي للحماية ( شكل 17.9 )

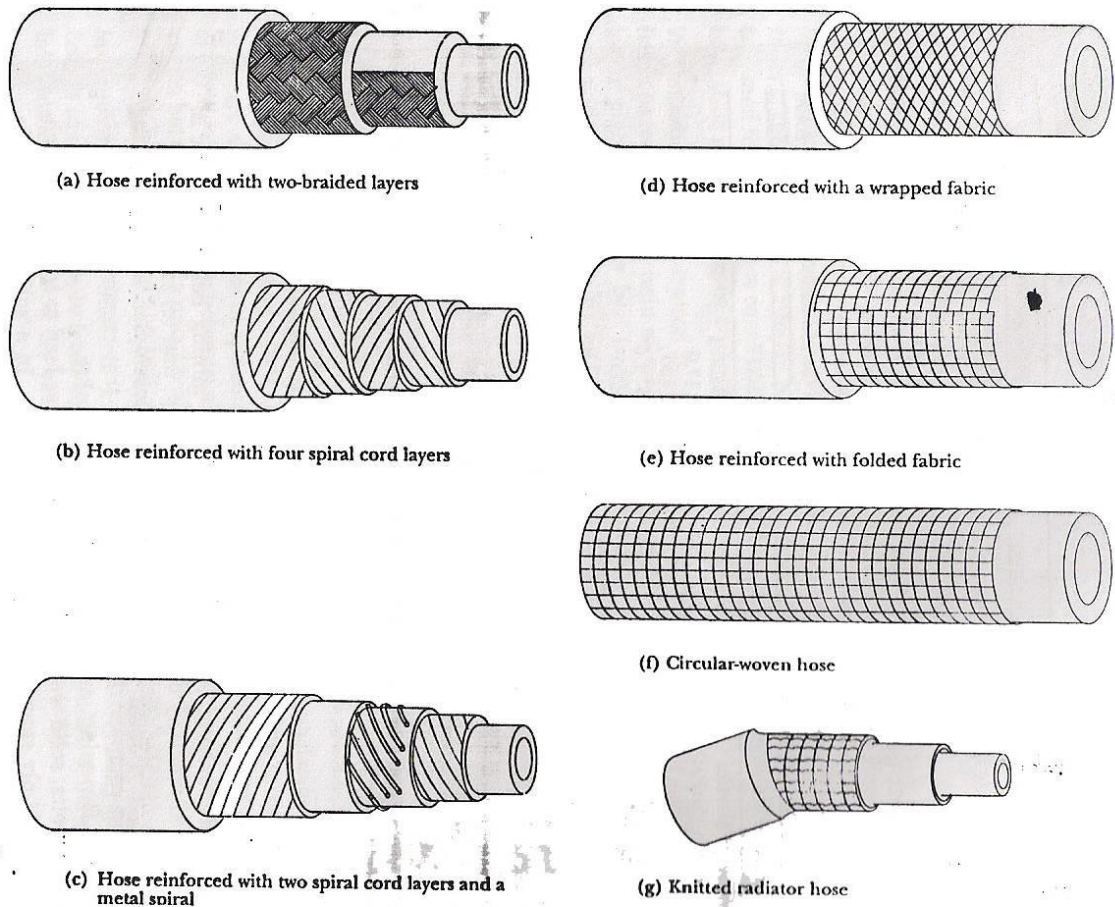


Fig. 17.9 Different types of hose constructions



البطانة ( lining ) تحمل المواد التي ستنتقل وتنقل الضغط إلى أطوار التقوية حيث تصنع من مطاط مناسب لا يتأثر بالمواد التي ينقلها . بالنسبة للخراطيم الظفيرية ( braided hose ) فان مكونات البطانة يجب أن تمتلك قابلية انبثاق جيدة وتنساب حول الظفيرة ( braid ) . المركب يجب ان يمتلك جساءة ( stiffness ) كافية ليتحمل الشد خلال عمل الظفيرة ( braiding ) وان يتفلكن إلى سطح ناعم وبدون خطوط التصاق ليعطي اقل مقاومة لجريان المواد بالتماس معه

اطوار التقوية للخراطيم تنجز بخمسة طرق مختلفة Reinforcement :

( Braiding ,spiraling ,weaving ,knitting ,wrapping )

التظفير ( braiding ) هي عملية سهلة تعطي خراطيم مرنة مقاومة للاستعمال الخاطئ أفضل من اللولبي ( spiralling ) . اللولبي يمكن انجازه عند سرعات عالية عشرة أضعاف عملية التظفير لتعطي ضغط انفجار عالي ومقاومة جيدة للنبضات خراطيم النسيج الدائري ( circular woven hoses ) قابلة للانطواء وتستعمل في خراطيم الحرائق .

الحياكة العمودية ( vertical knitting ) يمكن انجازه بمعدل أربعة أضعاف التظفير الأفقي الميكانيكي وبالتالي لها مرونة عالية ومدى واسع من الأقطار . أما اللف ( wrapping ) فيكون مناسب للخراطيم ذات الأقطار الكبيرة مثل الخراطيم البحرية . أما الأنواع الثلاثة الأخيرة غير ملائمة لتطبيقات ضغوط الانفجار العالية . عند استخدام أكثر من طبقة تقوية فتضاف طبقة مطاط عازلة بين الطبقات . أما الغطاء ( cover ) يمنع تلف أجزاء التقوية عند الخدمة إن إنهاء السطح للغطاء ربما يكون ناعم أو محرز . ضغط الانفجار يحسب ليكون أربعة أضعاف ضغط العمل . حيث يحسب ضغط الانفجار للخرطوم كالتالي

a) braided or spiralled hose :

$$p = \frac{2NRSINQ}{DL}$$

P: Burst pressure

N :number of yarns or cords

R: breaking strength of single yarn /cord

D: diameter , L: pitch length

Q: braid angle

b) wrapped hose :

$$p = \frac{2(2SRSINQ)N}{DL} = \frac{2VF}{DL}$$

V :hoop force                      F: efficiency factor

P: burst pressure ,D: ply diameter ,L: length of fabric  
plies                      ,Q :braid angle

N: no of

إن الزاوية المستخدمة لمواد التقوية حول بطانة الخرطوم تعرف بزاوية الظفيرة ( braid angle ) حيث إن التظفير تنجز عند 5444 رياضيا تعرف بالزاوية المحورية عند هذه الزاوية الطول والقطر يتغير تحت الضغط وسيكون اقل .

### 17.10 RUBBER TO METAL BONDED UNITS

إن تقنية ربط المطاط بالمعدن طورت في سنة 1920 .  
إن المطاط أو نوابض الاستيل تستخدم لعزل الاهتزاز . حيث إن للمطاط فوائد كثيرة عند استخدامه فوق الاستيل .

1- نوابض المطاط تمتلك خصائص مختلفة في اتجاهات مختلفة بينما نوابض الاستيل يمكن استعمالها في اتجاه واحد .

2- طاقة الانفصال لكل وحدة كتلة يمكن أن تمتص بواسطة نوابض المطاط أكثر بكثير من نوابض الاستيل . لذلك فإن كتلة المادة سوف تكون اقل لنفس طاقة الانفصال .

3- المطاط له خواص إخماد جيدة بالمقارنة مع الاستيل .

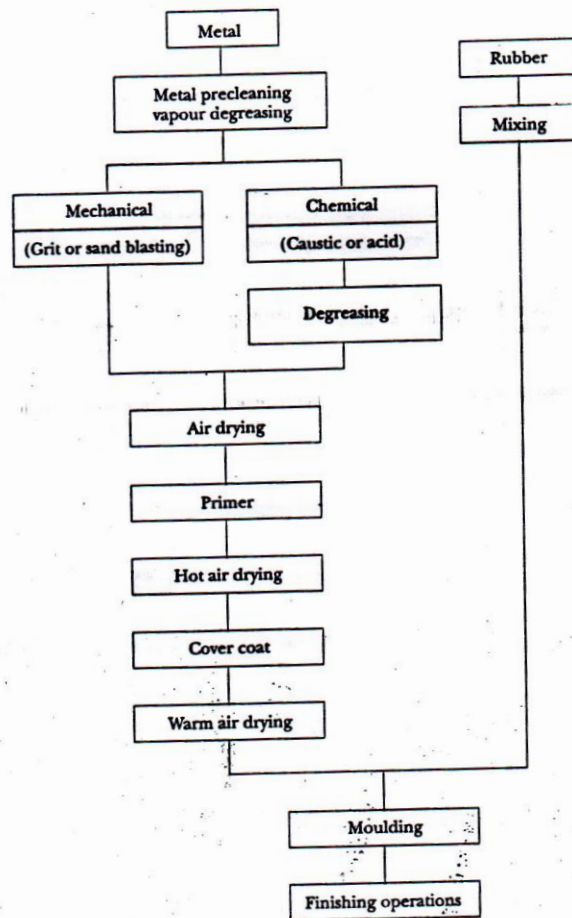
4- نوابض المطاط تلعب دورا مهم في تخفيف حدة الضوضاء بينما نوابض الاستيل لا تمتلك هذه الخاصية .

5- نوابض الاستيل تفتقر إلى الاستقرار وتطلب دعائم خارجية بينما نوابض المطاط تتكيف مع خطأ التراصف وبصورة عامة سهولة التركيب .

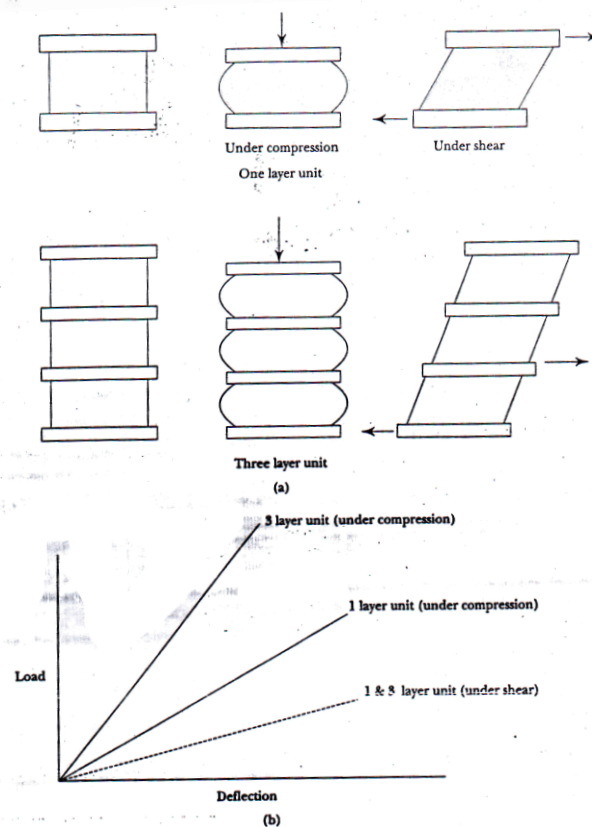
إن ربط المعدن بالمطاط له عدة تطبيقات في المكنات الزراعية و الطيران ، هندسة البحرية ، سكك الحديد ، لاسلكي والمعدات الكهربائية .

صناعة مركبات ربط المعدن بالمطاط تشمل مهارات خاصة . تبدأ مع مركبات المطاط والمعادن حيث هي عملية مستمرة تشمل السيطرة على النوعية والفحص للمنتج النهائي .

شكل ( 17.16 ) و ( 17.17 )



**Fig. 17.16** Process flow chart for rubber to metal bonding



**Fig. 17.17** Rubber to metal bonded units (a) The vertical stiffness of a rubber block is increased by the addition of horizontal metal plates which reduce the freedom to bulge. The shear stiffness is not affected. (b) Stiffness of rubber blocks in sandwich type mountings

إن عملية تصنيع منتجات المعدن المرتبط بالمطاط تبني على العمليات الآتية

- 1- فحص المعدن . تؤخذ عينات وتفحص أبعادها وإنهاءها السطحي بعد التعرض لعملية السحب ( drawing ) قبل الموافقة على الإنتاج
- 2- تحضير المعدن . المعادن تزال الدهون منها ( degreased ) بواسطة معاملتها بمذيبات مناسبة وذلك لإزالة الدهون والكريز .  
بعدها يجري عليها عملية صقل وإنهاء للسطح بواسطة ماكينة القذف بالكرات ( grit-blasted ) حيث نحصل على إنهاء جيد . بعدها عملية إزالة الكريز تعاد وذلك للحفاظ على سطح المعدن لغرض لصقه مع المطاط بواسطة اليد أو الرش . إن التفاعل الكيميائي للتلاصق مع المطاط خلال الفلكنة تساعد المعدن ليرتبط بقوة بالمطاط .
- 3- تحضير مركب المطاط . اختيار مركب المطاط المناسب يلعب دورا أساسيا للحصول على المواصفات الفيزيائية للمنتج . مواصفات المركب قبل المزج تفحص في المختبرات قبل استخدامها في صناعة المنتج . احد الخواص النوعية للمركب هي الجساءة ( stiffness ) والتي تعتبر خاصية أساسية لتحقيق أداء جيد خلال الخدمة . خواص أخرى مثل مقاومة الظروف المحيطة تعتبر مواصفة مهمة في الإنتاج .
- 4- القولية ( moulding ) المنتج عادة يقوّل في قوالب من النوع المتنقل .  
القوالب المضغوطة تستخدم عادة لقولية منتجات المعدن المرتبط بالمطاط .  
في القوالب المتنقلة فإن مركب المطاط يجبر على الدخول أو الانسياب داخل تجويف القالب المسخن من خلال المغذي ( feeder cup ) ويكبس بواسطة ضغط هيدروليكي . المعدن يوضع في تجويف القالب قبل إغلاق القالب وذلك لجعله منضغط . بالنسبة لقوالب الضغط فإن مركب المطاط في البداية يثبت بالقرب من وجه القالب ويوضع على طول المعدن داخل تجويف القالب لغرض الحرق ( curing ) عند القولية بالضغط . إن الترابط بين المعدن والمطاط يحدث خلال عملية القولية بوقت ودرجة حرارة محسوبة .
- 5- التهذيب والتلميع ( Buffing and trimming ) أن الزوائد المطاطية في المنتج تهذب بواسطة السكاكين وتلمع بالفرش لغرض إعطاء السطح إنهاء جيد
- 6- اختبار المنتج النهائي . إن الفحوصات الأساسية التي تجرى على المنتج النهائي هي الانحناء ( Deflection ) ومقاومة التلاصق ( bond strength )  
أ - الانحناء هو العلاقة بين القوة المسلطة والتشوه الحاصل الناتجة من عدم تحديد مواصفات الانحناء للمنتج . هناك ثلاث طرق لإجراء هذه الفحوصات طبقا إلى تطبيقات المنتج ( محوري ، قطري ، التوائي ) مواصفة الجساءة تحسب من المنحني المرسوم بين الحمل والانحناء .  
ب- مقاومة التلاصق هي القوة التي يستطيع المطاط تحملها قبل أن ينفصل من المعدن . إن القوة المسلطة تدعى صدمة التلاصق ( bond stroke ) . إن القوة المسلطة على المنتج

لفحص تلامصه تعتمد على نوع مركب المطاط وتصميم المنتج .التلاصق ربما يفحص موضعيا و لاموضعيا

### 17.13 ENGINE MOUNTINGS

مساند المحرك

مساند المحرك عادة هي معدن مرتبط بالمطاط والتي تستند عليها المحركات أو ضاغطات الهواء وذلك للاهتزاز والضوضاء حيث يعمل المطاط كوحدة امتصاص مرنة للاهتزاز .  
المساند تصمم لحمل أقصى حمل وتحمل الترددات المشوشة .إن النقاط المهمة لتصميم مساند لتطبيقات خاصة هي :

- 1- اقل توليد للترددات المشوشة في الماكينة .
- 2- تحميل حقيقي لوزن الماكينة .
- 3- حصة الوزن الكلي لكل نقطة تثبيت .

#### 17.13.1 Types of mountings

الأشكال النموذجية للمساند موضحة في شكل (17.19)

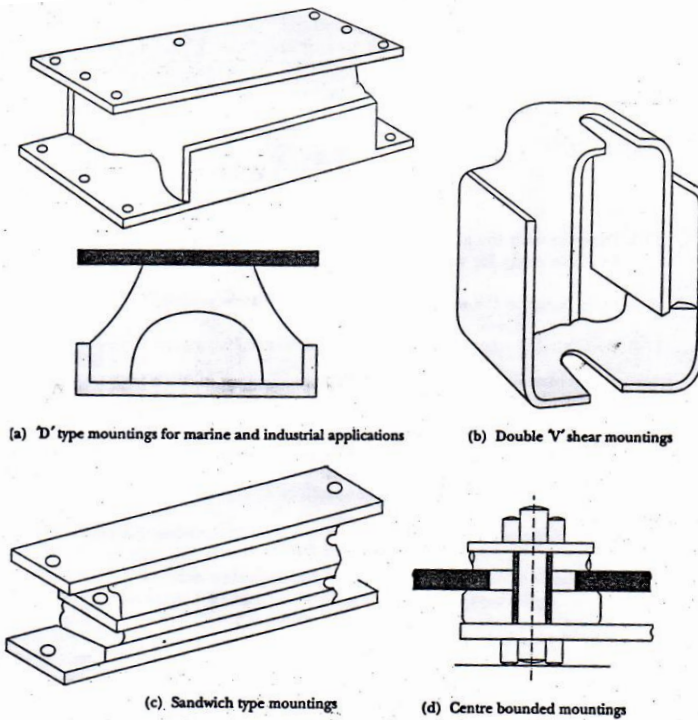


Fig. 17.19 Rubber to metal mountings

- 1- المساند من نوع ( shear sandwich ) هذه الأنواع من المساند تصمم للحمل المسلط عموديا في القص . مثل نوع D يستخدم في التطبيقات الصناعية والبحرية .



2- المساند متساوية التردد . هذه تستعمل فقط في الضغط ( compression ) ولها مدى حمل من ( 2 - 60 kg ) . لها نفس الجساءة في جميع الاتجاهات بسبب شكل المطاط الدائري حيث يستخدم عندما تكون الحماية من الاهتزاز مفضلة في كل المستويات . مثل الحماية المعزولة للمعدات أثناء النقل

3- المساند الجامعة للضغط والقص ( combined compression and shear ) هذه الأنواع تستخدم بصورة أساسية في صناعة المعدات الآلية حيث إن المسند له فوائد خاصة بكونه يستطيع أن يتحمل صدمة الانضغاط والقص نسخة خاصة من نوع ( cushy food ) طورت لاستخدامها في القاطرات ذات محركات الديزل عالية السرعة . هذه الوحدة تقدم انحناء عمودي ( 6mm ) تحت الحمل ( 11kn ) لذلك تستطيع أن تعالج الصدمة الناتجة من التعجيل لأعلى من ( 5kg ) . المخمدات ( buffers ) المعدلة تحدد من حركة المحرك في جميع الاتجاهات . المساند تم تصميمها لحمل أعلى من ( 25kn ) المساند تعطي ثلاث مستويات للجساءة ( عمودية \_ متقلبة \_ طويلة ) حيث يمكن من خلال هذا إعطاء أداء جيد . هذه المساند تستخدم في محطات الطاقة الحرارية ، الأسمنت ، السماد ، المصانع الكيميائية لحماية الأجهزة الحساسة .

4- اختيار المساند . هناك علاقة أساسية بين الانحناء للنابض و الحمل المسلط و طبيعة الترددات . إن اختيار نظام النابض يعتمد على دراسة هذه العناصر . عادة الترددات المشوشة أو الواضحة فإن المساند المناسبة لإعطاء عزل للاهتزاز يتم اختيارها . في حالات عديدة فإن موقع المساند يحسب في البداية بواسطة الأقدام ( feet ) على قاعدة المعدة .

موقع مركز الجاذبية الأرضية ( gravity ) وتوزيع الكتلة على مساحة القاعدة كذلك يجب أن تؤخذ في الحساب لموقع المساند . المساندة المتناظرة تكون مفضلة ولكن اغلب الأحيان اثنين أو أكثر من المساند نحتاج أن نضعها واحدة بقرب الأخرى تحت نقاط الأحمال الثقيلة .