

# الفصل الخامس

## منظومة التنسيق الحركي الاصطناعي

### (أجهزة نقل الحركة)

لا يمكن للمواصفات الذاتية للمحركات المستخدمة في وحدات الحفر أن تؤمن الحدود الواسعة لمؤشرات تشغيل الأجهزة المنفذة في هذه الوحدات وب مجال تنظيم سرعها وعزو منها الدورانية .

فعلى سبيل المثال لا الحصر ، يتغير مجال تنظيم سرعة دوران الأجهزة الرافعة والمنضدة الرحوية في وحدة الحفر في حدود واسعة من (4-1) إلى (10-1) وهذه حدود يعجز أي محرك من المحركات المستخدمة في وحدات الحفر عن تأمينها دون وجود أجهزة تنسيق وسيطة .

#### 1-V : مهماتها

المهمة الأساسية لمنظومة التنسيق الحركي الاصطناعي هي التوفيق بين مواصفات المحركات ومتطلبات الأجهزة المنفذة والتي تشمل :

1. تنظيم عزم وسرع الدوران بالتوافق مع تغير الحمولات الإنتاجية المؤثرة في الأجهزة الرافعة والمنضدة الرحوية .
2. تنظيم عدد أشواط مكبس المضخة بالتوافق مع الغزاره والضغط الضروريين
3. تجميع استطاعة المحركات بحالة مصدر القوى المحركة الجماعي .

4. توزيع الاستطاعة بين الأجهزة الرافعه والمنضدة الرحوية ومضخات الحفر في وحدة الحفر ذات المصدر الجماعي للقوى المحركة .
5. التشغيل السلس وحماية المحركات من الحمولات الزائدة بشكل كبير .
6. تأمين الحركة العكسية للأجهزة والمنضدة الرحوية المستلمة من المحركات الحرارية .

## ٧-٢ : تصنيفها

**مجموعة الأجهزة المخصصة لنقل الاستطاعة**  
 تشمل وسائل التنسيق الاصطناعي **وحدة الحفر ذات المصدر الجماعي للقوى المحركة** و **الوحدة المطلوبة من المحركات إلى الأجهزة المنفذة الرئيسية** وغيرها من الأجهزة و السرع المطلوبة من المحركات إلى الأجهزة المطلوبة من المحركات في وحدة الحفر .  
 المستهلكة للطاقة في وحدة الحفر .

تستخدم ضمن وسائل التنسيق الاصطناعي لوحدات الحفر وسائل تنسيق متباعدة في مبدأ عملها ومواصفاتها التحويلية ، ويمكن أن تعمل هذه الأجهزة بصورة فردية أو مختلطة .

يعد استخدام الوسائل الميكانيكية أكثر بساطة ومتانة من الوسائل الأخرى و يتميز عنها بمرود مفيد عالي نسبياً لا علاقة له بالعلاقة التحويلية لوسائل التنسيق .  
 في وحدات الحفر الكهربائية يقل عدد وسائل التنسيق الميكانيكية ، ولهذا تصبح مجموعة التشغيل أبسط وأكثر تنظيماً ويزداد المردود المفيد للمجموعة .

يمكن تصنيف وسائل منظومة التنسيق الحركي الاصطناعي إلى :

**أولاً : وسائل التنسيق التي لا يمكن التحكم بها**

تنقل هذه الأجهزة الحركة والاستطاعة من المحركات إلى الأجهزة المنفذة دون تنظيم ذاتي للعزم الدوراني أو لسرع الدوران عند تغيير الحمولة على الأجهزة المنفذة للوحدة . و تؤمن جميع القيم المطلوبة لعامل تحويل سرع الدوران (العلاقات التحويلية ) والعزم الدوراني .

ت تكون هذه الأجهزة من محاور مختلف أجهزة نقل الحركة (محولات العزوم بأنواعها المختلفة ، التوصيل المرن ، القارنات وغيرها) ومضاجعها وقارنات الحركة الشابة .

### ثانياً : وسائل التنسيق التي يمكن التحكم بها

تؤمن هذه الأجهزة تحويل وتنظيم سرع الدوران و العزوم بمساعدة الشخص العامل . ويمكن التحكم في هذه الأجهزة بسرع الدوران و العزوم وتنظيمها على مراحل (درجات) .

تستخدم في مجموعات تشغيل وحدات الحفر الأنواع التالية من وسائل التنسيق الميكانيكية :

1. قارنات حركة تماسكية واحتراكية .
2. مخفضات سرع مستينة (ترسية) وسلسلية موحدة وموزعة لاستطاعات وحركة الحركات .
3. علب تغيير سرع مستينة (ترسية) وسلسلية ومتخلطة .
4. محولات عزوم سلسلية ومستينة (ترسية) .

وغيرها من الأجهزة والمعدات المختارة وفق الحركات المستخدمة ومهماها وتركيبية مجموعة التشغيل .

تعتمد مجموعةقوى الحركة في حلقتها النهائية (محور المخرج من علبة تغيير السرع ) على الموصفات الطبيعية للمحرك ومواصفات أجهزة نقل الحركة .

### ثالثاً : وسائل التنسيق نصف المؤقتة

هذه الأجهزة لا تنقل العزم الدوراني . وتكون من أجهزة ميكانيكية لنقل الحركة مزودة بمعدات يمكنها تغيير مواصفات محركات المجموعة ضمن مجال محدد من دون تدخل الشخص العامل .

استطاعة المحرك حسب قانون حفظ الطاقة تساوي استطاعة مجموع الأجهزة المتفقة والناقلة للحركة ، لذلك يكون لدينا :

$$M_e \cdot n_e \cdot \eta = M \cdot n \quad (V-1)$$

من العلاقة (V-1) ، نجد أن معامل المردود المفید لأجهزة التنسيق الاصطناعي :

$$\eta = \frac{Mn}{M_c n_c} \quad (V-2)$$

حيث إن :

$M, M_c$  : العزم الدوراني على كل من محور المحرك ومحور الجهاز المندفع .

$n, n_c$  : عدد دورات محور المحرك ومحور الجهاز المندفع .

- العلاقة ( $n / n_c$ ) تمثل العلاقة التحويلية بين سرعتي المحورين (i) .

- العلاقة ( $M/M_c$ ) تسمى معامل تحويل العزوم (K) .

لذا يمكننا كتابة علاقة معامل المردود المفید بالصيغة التالية :

$$\eta = Ki \quad (V-3)$$

في كل مجموعة من أجهزة التنسيق الاصطناعي تؤثر ثلاثة عزومن دورانية :

- العزم الدوراني للمحرك ( $M_c$ ) .

- العزم الدوراني العامل ( $M_a$ ) وهو عزم المقاومة .

- العزم المسندي ( $M_0$ ) المؤثر على مساند المحاور في هيكل المجموعة .

من شروط التوازن الحركي والستاتيكي لأى مجموعة من مجاميع التنسيق الاصطناعي ،

أن المجموع الجبري للعزوم الدورانية يجب أن يساوي صفرأً ، أي :

$$M_c + M_a + M_0 = 0 \quad (V-4)$$

أجهزة التنسيق الاصطناعي التي ليست لها مساند خارجية (قارنات الحركة)

ينعدم فيها العزم المسندي ( $M_0 = 0$ ) .

وبغض النظر عن مبدأ أو أساس عملها تصبح بالنسبة لها العلاقة ( $M_a = M_c$ )

وبالتالي فإن ( $K = 1$ ) لهذا يكون معامل مردودها المفید مساوياً ( $i = \eta$ ) .

من جهة أخرى :

- عند انزلاق وتعشيق قارنة الحركة تقل سرعة دوران المحور المقاد .
- يكون ( $K > 1$ ) لأجهزة نقل الحركة المخصصة لسرع الدوران وهذا يعني أن ( $M_a > M_c$ ) وبهذا يكون العزم المستدي ( $M_0$ ) موجباً ويتطابق مع عزم الحرك ( $M_c$ ) بالاتجاه .
- يكون ( $K < 1$ ) لأجهزة نقل الحركة التسارعية وهذا يعني أن ( $M_a < M_c$ ) وبهذا يكون العزم المستدي ( $M_0$ ) سالب ويعاكس عزم الحرك ( $M_c$ ) بالاتجاه .
- يكون المسند الخارجي إلزامياً لأجهزة التنسيق الاصطناعي المخصصة لنقل وتحويل العزوم الدورانية وسرع الدوران (المحولات) .

## 4-4 : وسائل منظومة التنسيق الحركي الاصطناعي

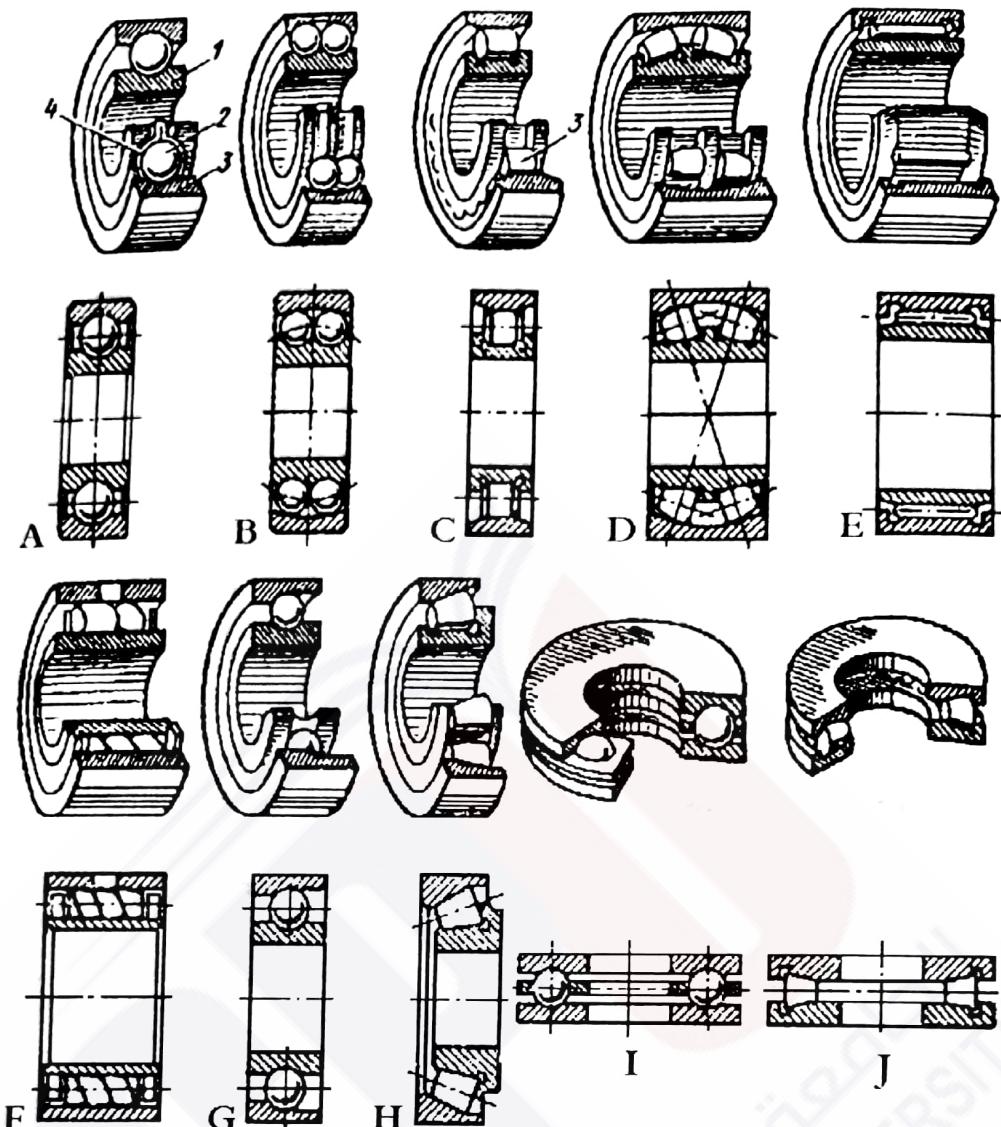
### (أجهزة نقل الحركة)

بعض النظر عن تصنيف وسائل هذه المنظومة ، الفقرة (V-2) أعلاه ، فإن وسائل منظومة التنسيق الحركي الاصطناعي المستخدمة في وحدات الحفر هي :

### V-4-1 : المضاجع الاهتزازية لوحدة الحفر

يعد اختيار نوع المضاجع الاهتزازية لساند أجزاء وحدة الحفر ولبقية الآلات مسألة معقدة ذات حلول متعددة ، فمن الممكن اختيار أنواع متعددة من المضاجع تؤمن جميعها المتطلبات التصميمية نفسها ولكنها تمتلك قيمًا مختلفة للمتانة وفتررة الاستخدام في الظروف المتشابهة للعمل .

مثلاً عند قياس واحد للمضاجع : تؤمن المضاجع ذات المدرجات الكروية دقة وسرع دوران أعلى من المضاجع ذات المدرجات الأسطوانية . بينما تحمل هذه الأخيرة حمولات وصلابة أكبر ولكنها تسمح بانحناء أو انحراف أقل للمحاور من المضاجع ذات المدرجات الكروية ، الشكل رقم (V-1) .



الشكل رقم (1-V) : المضاجع الاهتزازية .

1: الحلقة الداخلية . 2: المدرجات . 3: الحلقة الخارجية . 4: عازل .

F, D , C : ذات مدرجات كروية . I , G , B , A : ذات مضاجع أسطوانية .

E : ذات مضاجع أسطوانية أبريه . j , H : ذات مضاجع مخروطية .

يستند اختيار المضاجع على المؤشرات التالية :

1- تأثير قيم ومواصفات واتجاه القوى المؤثرة وسرع دوران المحور .

2- تأثير تصميم وطريقة تجميع وتركيب مجموعة المضاجع .

يفضل عند الحمولات القطرية :

• غير الكبيرة والمادئة وسرع الدوران العالية للمحور استخدام مضاجع

ذات مدحرجات كروية أو أسطوانية .

• الكبيرة والترافق مع ضربات أو صدمات وسرع دوران متوسطة

للمحور استخدام مضاجع ذات مدحرجات أسطوانية أو برميلية الشكل .

يفضل في حالة :

• التأثير المزدوج للحمولات المحورية والقطيرية على المسائد (مضاجع)

المستنات "الholmولات الترسية" المخروطية للمنضدة الرخوية وعلبة السرير )

استخدام مضاجع قطرية إسنادية كروية أو مخروطية مدحرجات أو كروية

ذات حلقات كروية أو مدحرجات برميلية حسب مقدار الحمولة المئثرة .

• المحاور الطويلة ذات الانحناءات الكبيرة وعند صعوبة الحفاظ على مرکزة

محاميع المضاجع استخدام مضاجع ذاتية الاستقرار (المرکزة) ذات مدحرجان

برميلية لتأمين سلامة عملها ، مثل هذه المضاجع تستخدم بشكل واسع في

محاور الأجهزة الرافعة .

#### 7-4-2 : المضاجع الاهتزازية الخاصة

يفضل بشكل عام الابتعاد عن استخدام مضاجع ذات تصاميم خاصة غير

اقتصادية في تصاميم مساند أجهزة وحدات الحفر ، لكن بعض هذه الأجهزة وبسبب

خصوصية تصمييمها وطبيعة عملها تتطلب استخدام أنواع خاصة (غير قياسية) من

المضاجع الاهتزازية . هذا الاستثناء ينحصر بالمنضدة الرخوية والرأس الهيدروليكي

اللذين تراوح حمولة كل منهما بين ( 500-300 ) طن قوة .

##### أولاً : المضاجع الاهتزازية الخاصة بالرأس الهيدروليكي

تستخدم في الرؤوس الهيدروليكية أنواع عدّة من المضاجع الاهتزازية لتحمل الحمولات

الأساسية المتأتية من وزن عمود المواسير منها :

- المضاجع الاهتزازية ذات المدحرجات الكروية والمحروطية أحادية وثنائية الصفوف ، تستخدم بكثرة .
- مضاجع ذات مدحرجات أسطوانية ثلاثة الصفوف تعمل بصورة مرضية في حالة سرع الدوران القليلة والحمولات الكبيرة ، تستخدم بشكل محدود .
- المضاجع ذات المدحرجات البرميلية ، التي تسمح بالعمل بسرع دوران عالية وتنميز بتحملها حمولات كبيرة وتعقد تصنيعها ، تستخدم بشكل محدود .
- تعمل مضاجع الرأس الهيدروليكي بسرع دوران متغيرة لعمود المواسير ، تتراوح بين ( 450-50 ) دورة / دقيقة ، وتحمل حمولات تتغير من ( 5-10 ) إلى ( 300 ) طن قوة تحكم بقياسات المضاجع :

- سرع الدوران .
- الحمولات المطلوبة .
- القياسات التصميمية لجذع الرأس الهيدروليكي الذي يرتکر على هذه المضاجع تولد سرع الدوران العالية لمدحرجات المضاجع الاهتزازية قوى لامركزية كبيرة فيها تتصها العوازل أو حلقات قشور المضاجع مما يؤدي إلى استهلاكها السريع .
- جميع مضاجع الرؤوس الهيدروليكية مزودة بحلقات عازلة ( العوازل ) مصنوعة من الفولاذ أو النحاس أو المواد البلاستيكية .

## ثانياً : المضاجع الاهتزازية الخاصة بالمنضدة الروحية

- تحدد مواصفات مضاجع المنضدة الروحية وفق القياسات التصميمية للمنضدة الروحية وتعتمد بشكل أساسى على قطر الفتحة الداخلية للمنضدة الروحية .
- من المضاجع المستخدمة في المنضدة الروحية : المضاجع الإسنادية القطريّة ذات المدحرجات الكروية التي تتميز بـ :
- امتصاص حلقات قشورها للقوى الالامركزية المتولدة في مدحرجات المضاجع .

- الاستهلاك المنتظم لهذه الكرات .
  - إمكانيتها العمل بسرعة دورانية كبيرة .
- يستغنى في كثير من الحالات عن استخدام الحلقات العازلة في المضاجع ذات المدرجات الكروية للمنضدة الرحوية .
- لتلافي انحسار مدرجات المضاجع نتيجة التشوهدات الحرارية لحاور وهيكل المنضدة الرحوية ، كذلك نتيجة عدم دقة تجميع أجزائها ، أو عدم دقة القياسات الطولية ، يفضل تثبيت أحد المضاجع ومنع حركته المحورية (على طول المحور) وتأمين إمكانية الإزاحة المحورية الجزئية للمضجع الثاني (الذي يسمى في هذه الحالة بالمضجع السابع) .**

لها الغرض يستحسن تثبيت إحدى حلقات قشور المضجع الأول على المحور أو بحدان الهيكل ويترك المضجع الثاني حرًّا .

يفضل أن يكون المضجع الحر هو المضجع الذي يستلم القوى القطرية الأقل

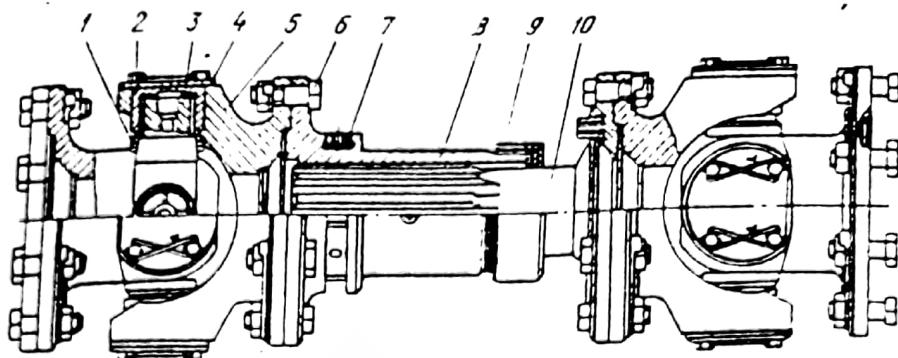
### 3-4-V : قارنات الحركة

تستخدم قارنات الحركة لنقل الحركة من محور لآخر أو لنقل الحركة من محور إلى عنصر المركب عليه والمعزول عن حركته بواسطة المضاجع .

#### أولاً : القارنات المفصليّة (الكاردن أو الترانسمسيون)

تستخدم لربط المحاور التي يكون الانحراف الزاوي بينهما كبيراً مع احتمال تغيير هذا الانحراف خلال العمل والمسافة بين المحورين كبيرة أيضاً .

ت تكون هذه القارنة من محورين يرتبطان بعضهما ببعضهما بفصلين كرويين متصلين . وفي تصميم آخر تكون ثنائية المفاصل ذات محور وسيط ، الشكل رقم (2-V) .



الشكل رقم (2-V) : قارنة مفصلية (كاردن ) ذات محور وسيط .

- 1: حلقة إحكام . 2 : حاوية مع مصاجع أبالية . 3 : القطعة المتصالبة . 4 : غطاء . 5 : الشوكة .  
6 : برغي تثبيت . 7 : منظم . 8 : قارنة مسننة انزلاقية . 9 : عزقة ربط . 10: محور انزلاقي .

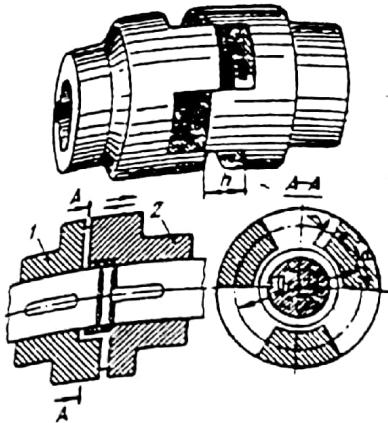
### ثانياً : القارنات التماسكية

تستخدم القارنات التماسكية عند الحاجة للتحكم بوصل أو فصل الحركة أثناء عمل الأجهزة دون الحاجة لإيقاف العمل . يتم التحكم بعمل هذه القارنات ميكانيكيًا (يدويًا) أو في أجهزة التحكم الهوائية .  
يتطلب منها توفير المستلزمات التالية :

- 1- المثانة التامة للتماسك وبساطة وسهولة التماسك والفصيل وسرعة تنفيذهما
- 2- سلاسة التشغيل (التشغيل) .
- 3- قلة الاستهلاك ومقاومة التأكل .
- 4- أقل قياسات حجمية ممكنة وأدنى عزم دوران .

أهم القارنات التماسكية المستخدمة ضمن أجهزة نقل الحركة في وحدات الحفر هي :

- 1 : **القارنات الخديبية** (القارنات التماسكية الصلبة)
- **القارنة الخدية الأحادية** : تتكون من نصفين (فلنجتين) : يثبت أحدهما على المحور القائد ، ويركب الثاني بصورة انزلاقية متحركة على المحور المقود.

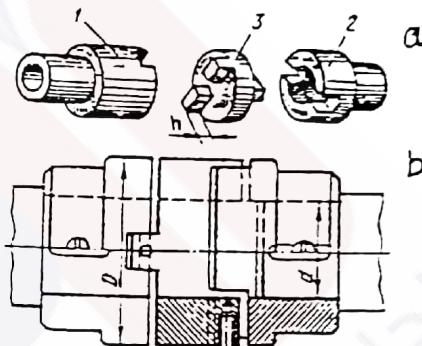


ويتم تعشيقهما بدفع النصف الثاني  
باتجاه النصف الأول حيث تتدخل  
الحدبات الموجودة في كل من العصرين  
في أحاديد النصف الآخر ، الشكل رقم  
• (3-V) .

- **الشكل رقم (3-V) :** قارنة حدية أحادية .  
القارنة الحدية المزدوجة : الشكل رقم (4-V) ، تستخدم لنقل الحركة

بصورة مزدوجة و بشكل دوري إلى عنصرين من عناصر نقل الحركة .  
تحتوي هذه القارنة على عنصراً ثالثاً

يتوسط العنصرين السابقين (1.2) ،  
يكون من فلنجة (3) تحتوي حدبات  
على سطحها ، تتدخل مع الحدبات  
الموجودة على الفلنجة المقابلة لها ، تميز  
هذه القارنات ببساطة التصميم ومتانة



الشكل رقم (4-V) : قارنة حدية مزدوجة التماسك .

- **القارنة الحدية ذات الحدبات المستقيمة :** تستخدم في التوصيلات  
الخاضعة لحمولات كبيرة واتجاهات متعاكسة في الحركة ويحدد عدد  
الحدبات وفق قيمة العزم الدوراني المنقول (عند ثبات قطر القارنة عدد  
الحدبات يتناسب عكسياً مع العزم المنقول) .

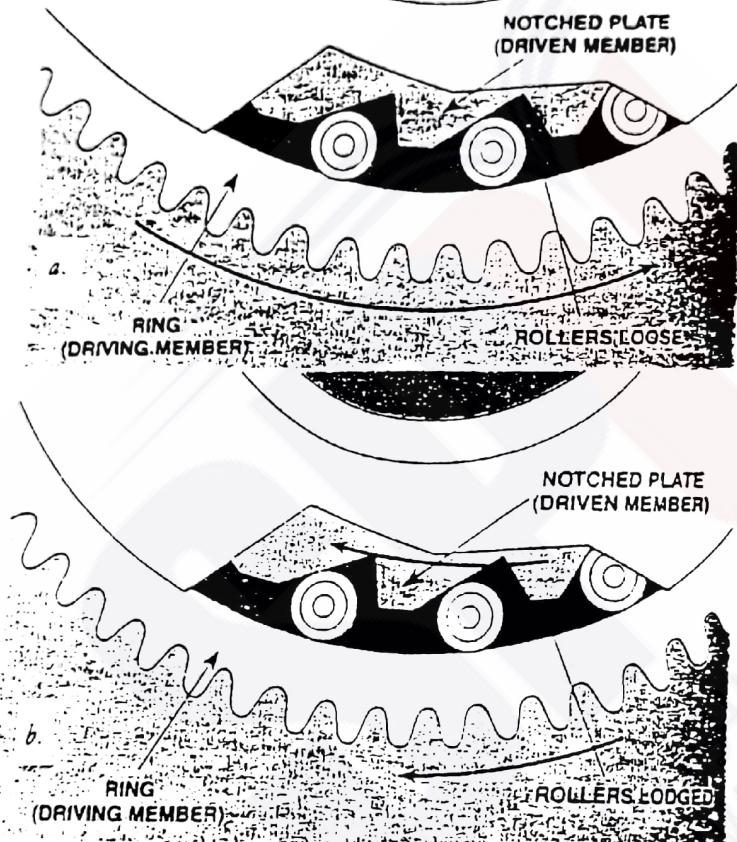
- **القارنة الثلاثية أو السداسية الحدبات المائلة :**

تستخدم في التوصيلات ذات الاتجاه الواحد للحركة ، الشكل رقم

• (5-V)

## 2 : القارنات التماسكية الإتجاهية (ذات الإتجاه الواحد)

تؤمن هذه القارنة حركة الأجزاء المقدمة باتجاه واحد فقط ، لذلك فهي تستخدم عندما تكون الحركة المعاكسة غير مرغوب بها ، الشكل رقم (6-V) .



الشكل رقم (6-V) :

القارنة الاتجاهية .

a : في حالة فصل الحركة .

b : في حالة توصيل الحركة .

من الأجهزة التي تستخدم فيها هذه القارنة المحولة الهيدروليكيه ، حيث يتوجب دائماً توافق دوران الدوّلاب الموجه مع دوران الدوّلاب المضخة .

لتحقيق ذلك يحتوي أحد نصفي فلنجة القارنة (الفلنجة المقادة) على تجاويف عمقها متباين تتوضع فيها أصابع معدنية أسطوانية أو كرات معدنية مضغوطة . حيث تسمح الأصابع الأسطوانية أو الكرات بحركة الدوّلاب الموجه باتجاه دوران الدوّلاب المضخة فقط وتعرقل الدوران المعاكس نتيجة انبعاثها في العنق الضيق للتجاوزيف

• بين الفلنجة الخارجية القائدة والفلنجة الداخلية المقادة .  
 في حالة استخدام القارنة للتوصيل بين جزئين متراكبين ، على سبيل المثال للتوصيل بين المحور الرافع للأجهزة الرافعه والكافح الميدروليكي المساعد ، فإنه :  
 في حالة الرفع : يؤدي دوران الفلنجة الخارجية المشبطة على المحور الرافع للأجهزة الرافعه إلى فصل الفلنجة الداخلية المشبطة على محور الكافح نتيجة العمق الكبير للتحويف الذي يزيد على قطر الأصابع الأسطوانية أو الكرات ، الشكل رقم (a-6-V) .

• في حالة الإنزال : يؤدي الدوران العكسي للفلنجة الخارجية إلى حشر الأصابع الأسطوانية أو الكرات بين الفلنجين وتماسكها مما يؤدي إلى تدمير محور الكافح نتيجة دوران الفلنجة الداخلية المشبطة عليه ، الشكل رقم (b-6-V).

### 3 : القارنات التماسكية الاحتاكية

تستخدم بشكل واسع في وحدات الحفر بالرغم من تكنولوجيتها و تعقيد تصاميمها وضخامة قياساتها بالنسبة للقارنات التماسكية الصلبة المستخدمة لنقل ذات العزم الدوراني .

تشميـز هذه القارنات من القارنات الصلبة بنواحٍ إيجابية عدـة :

- إمكانية التوصيل أثناء الدوران مهما كانت سرعة دوران الجزء القائد كبيرة
- يكون التوصيل حالياً من الضربات والاصدمات ويكون التسارع منتظماً .
- إمكانية تنظيم فترة تسارع الأجزاء المقدمة وتنظيم حدود العزم الدوراني المنقول بواسطة هذه القارنة .

- إمكانية تحقيق تنظيم عـدد الدورات لفترات زـمنية قصـيرة من خـلال الانـزلاق بين المواد الاحتاكـية في هذه القارنـات . هذا التنـظيم مهم جـداً ، خـصوصاً في عمـليـات الـاصـطـيـاد والـشـد وـفك موـاسـيرـ الحـفـر أوـ التـغـلـيف وـعـند وـضـعـ كـماـشـاتـ

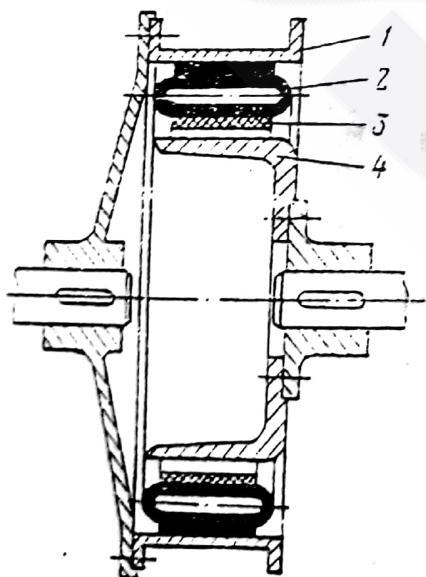
(تربيعات) فتحة المضادة المرحوية .

إلى جانب هذه الإيجابيات ، هناك جوانب سلبية في عمل هذه القارنات ، منها احتمال الإخلال بالتماسك نتيجة تأكل واستهلاك المواد الاحتكاكية المستخدمة في هذه القارنات .

لتلافي مثل هذا الاحتمال الذي قد يؤدي إلى بقاء آلة الحفر وعمود المواسير في البئر ، توفر القارنات التماسكية الاحتكاكية العاملة ضمن السلسلة الحرارية للأجهزة الرافعة بأجهزة تشبيت أو بقارنات حديبة احتياطية بديلة يمكن استخدامها في الحالات الطارئة .

ينقل العزم الدوراني بواسطة هذه القارنات من خلال قوى الاحتكاك المترولة بين السطوح المحتككة بعضها في القارنة نتيجة ضغطها على بعضها ، لذلك يتاسب معامل الاحتكاك بين السطوح الاحتكاكية للقارنة طردياً مع الضغط النوعي وعكسياً مع حجم وزن القارنة .

القارنات الاحتكاكية الأكثر والأعم استخداماً في مجاميع تشغيل أجهزة وحدة الحفر من هذا الصنف هي القارنات المطاطية الهوائية ، الشكل (7-V) ، نظراً لـ:



الشكل رقم (7-V) : القارنة المطاطية الهوائية

- سهولة تركيبها وتصليحها في الظروف الحقلية
- رخصتها وبساطة تصمييمها .
- حساسيتها القليلة لأنحراف المحوري للمحاور .

تتكون هذه القارنة من نصفين :

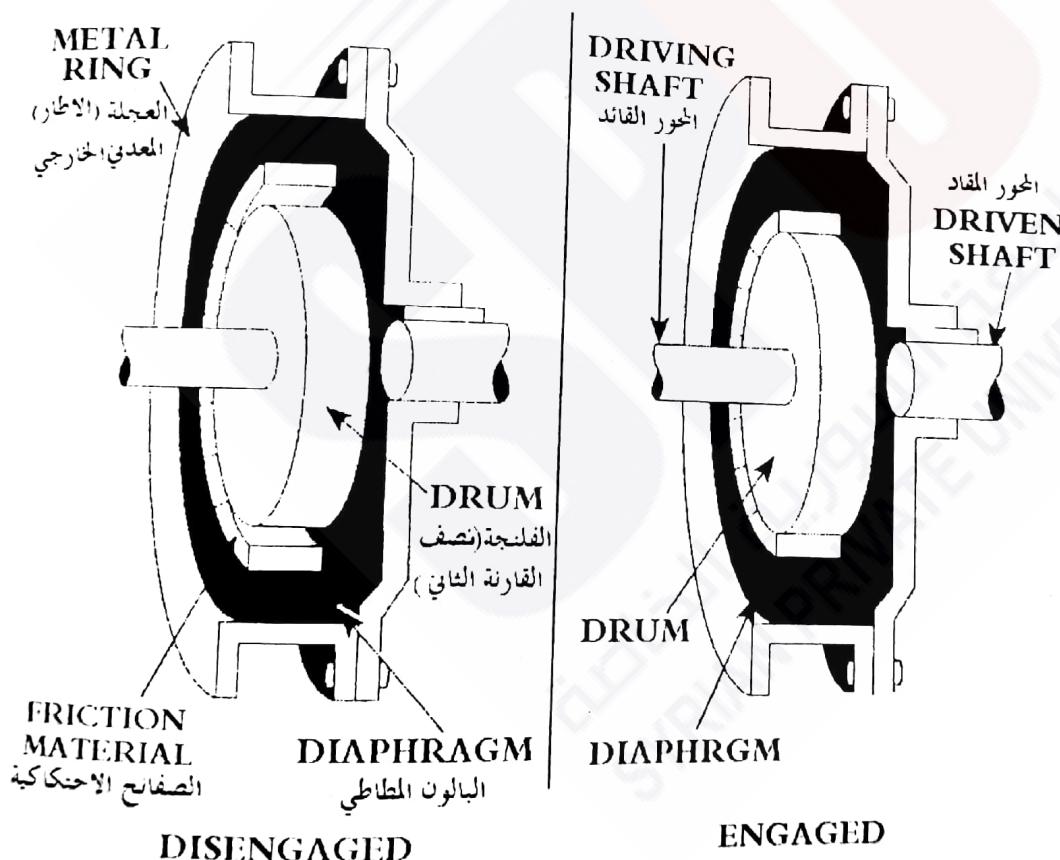
الأول : يمثل فلنجة حديدية أسطوانية ترکب على أحد المحورين .

الثاني : يتكون من إطار حديدي أسطواني مثبت به من الداخل باللون مطاطي .

أسطواني مجوف ثبت على سطحه الخارجي الداخلي صنائع احتكاكية .  
يربط الإطار المعدني الخارجي بفلنجة حديدية دائيرية خارجية تتسمى بجزء

أسطواني يركب على المحور الثاني .  
الموجود في الإطار والبالون وفي موقع متطابق منها فتحة موصلة بعواشر الهواء  
المضغوط المتصلة بجهاز التحكم الهوائي لملئ وتفریغ البالون المطاطي من الهواء خلال

عملية توصيل وفصل نصفي القارنة .  
تم عملية توصيل جزئي القارنة بضخ الهواء المضغوط إلى داخل البالون المطاطي  
ما يؤدي إلى انتفاخه وتقلص قطره الداخلي دافعاً الصنائع الاحتكاكية نحو الاتصال  
بنصف النصف الثاني ودورانهما معاً ، الشكل رقم (b-7-V) .



الشكل رقم (7-V) : القارنة المطاطية الهوائية

a : الحركة مفصولة . b : الحركة موصلة

تؤدي القوى الطاردة المركزية المتولدة نتيجة دوران القارنة إلى دفع الصفائح الاحتكاكية بعيداً عن فلنجة النصف الثاني للقارنة مقللة بذلك عزم التماسك . هذه القوى تؤثر إيجابياً في عمل القارنة عند إيقافها حيث تسرع عملية الفصل بين نصفي القارنة .

مخطط تركيب القارنة يحدد انتلاقاً من حساب إمكانية استخدام القوى الطاردة المركزية كعامل مساعد في عملية الفصل لذلك يركب نصف القارنة الحاوي باللون على المحور القائد .

في بعض الحالات لا يمكن تحقيق ذلك نتيجة تعقيد طريقة إيصال الهواء المضغوط إلى القارنة ، وعندها يصبح اضطرارياً تركيب نصف القارنة هذا على المحور المقود .

يحدد عزم التماسك للقارنة المطاطية الهوائية الاحتكاكية من العلاقة التالية :

$$M = \frac{(P - P_c) \mu D}{2} \quad (V-5)$$

حيث إن :  $\mu$  : معامل الاحتكاك .

$P$  : القوة القطرية المتولدة من ضغط الهواء في البالون .

$P_c$  : القوة الطاردة المركزية الدافعة للصفائح الاحتكاكية .

$D$  : القطر الخارجي لفلنجة النصف الثاني من القارنة (قطر سطح الاحتكاك)

تحدد قيمة القوة القطرية المتولدة من ضغط الهواء في البالون من العلاقة :

$$P = (P - P_0) \cdot F \quad (V-6)$$

حيث إن :

$P$  : الضغط في البالون .

$P_0$  : الضغط الضروري للحفاظ على الفراغ بين الصفائح الاحتكاكية وفلنجة النصف

الثاني من القارنة ، تترواح قيمته بين (0.03-0.05) ميغا باسكال .

$F$  : مساحة سطح البالون الخارجي الداخلي الضاغط على الفلنجة .

$$P_c = m V^2 / R = 0.005 m \cdot D n^2$$

تحدد قيمة القوة الطاردة المركبة من العلاقة :

(V-7)

حيث إن :  
 $m$  : كتلة الصفائح الاحتكاكية والأجزاء الأخرى من البالون المدفوعة بواسطة القوى  
 الطاردة المركزية .

$V$  : السرعة المحيطة لمركز ثقل الأجزاء المدفوعة بواسطة القوى الطاردة المركزية .  
 $R$  : المسافة من محور الدوران حتى مركز ثقل أجزاء البالون المدفوعة  $R = D/2$   
 $n$  : عدد دورات القارنة ، دورة في الدقيقة .

بالتعميض عن قيمة  $(P)$  و  $(P_0)$  في العلاقة (V-5) نحصل على :

$$M = \frac{[(P - P_0) \cdot F - (0.005m \cdot D \cdot n^2)] \mu \cdot D}{2}$$

(V-8)

نلاحظ من هذه العلاقة أن القيمة الأعظمية لعزم التماسك تكون في حالة

الكبح أي أن :  $(n = 0)$  ، فنحصل عند ذلك على :

$$M_0 = \frac{(P - P_0) \cdot F \cdot \mu \cdot D}{2}$$

(V-9)

بزيادة عدد الدورات يتناقص عزم التماسك للقارنة المطاطية الهوائية حتى يصل  
 الصفر عندما تصبح :

$$(P - P_0) \cdot F = 0.005 \cdot m \cdot D n^2$$

(V-10)

يسمى عدد الدورات الذي يصبح عزمه متساوياً للصفر بعدد  
 الدورات الحدي للقارنة :

$$n_h = \sqrt{\frac{(P - P_0) \cdot F}{0.005m \cdot D}}$$

(V-11)

عند اختيار القارنة المطاطية الهوائية يفضل ألا يزيد عدد دوراتها الأعظمي تحت  
 التحميل على  $(n_h = 0.7)$  ، وذلك لأن زيادة عدد الدورات عن هذا الحد يؤدي إلى  
 الانخفاض الحاد لعزم التماسك والاستطاعة وعدم استقرار عمل القارنة .