

الفصل الثامن

وحدة الموسير المرنة

1-VIII : خصائصها وميزاتها

تعد عمليات رفع وإنزال تشكيلة عمود مواسير الحفر عمليات مرفقة غير منتجة ، خلال عمليات الحفر والقياسات الجوفية وعمليات الاختبار ورفع وإنزال تشكيلة موسير الإنتاج أثناء عمليات إصلاح الآبار المنتجة ومعالجتها ، وذلك نظراً للوقت غير القليل الذي تستهلكه من محمل عمليات حفر البئر وإصلاح الآبار المنتجة ، إضافة إلى المشاكل والصعوبات المحتملة خلال هذه العمليات من الرفع وإنزال .
لتقليل وقت عمليات الرفع والإإنزال وتحسين آليتها ، خصوصاً في عمليات إصلاح الآبار المنتجة وعمليات الاختبار وفي عمليات القياسات الجوفية ، تم تصميم وتصنيع موسير مرنة يمكن لفها على ملفاف وبأطوال كبيرة ووحدة متكاملة لتنفيذها سميت "وحدة الموسير المرنة" .

تمثل وحدة الموسير المرنة :

منظومة محمولة على آلية سيارة ، مزودة بطاقة هيدروليكيّة ، تقوم بعد واسترجاع خط مستمر من الموسير القابلة للف على ملفاف المنظومة . وبذلك يمكن إنزال هذه الموسير داخل البئر إلى عمق محدد بدقة ورفعها منه بصورة مستمرة ودون الحاجة إلى التوقف المتكرر لفصل مقاطعها ، كما هو الحال في وحدات الحفر والوحدات الإنتاجية الكلاسيكية .

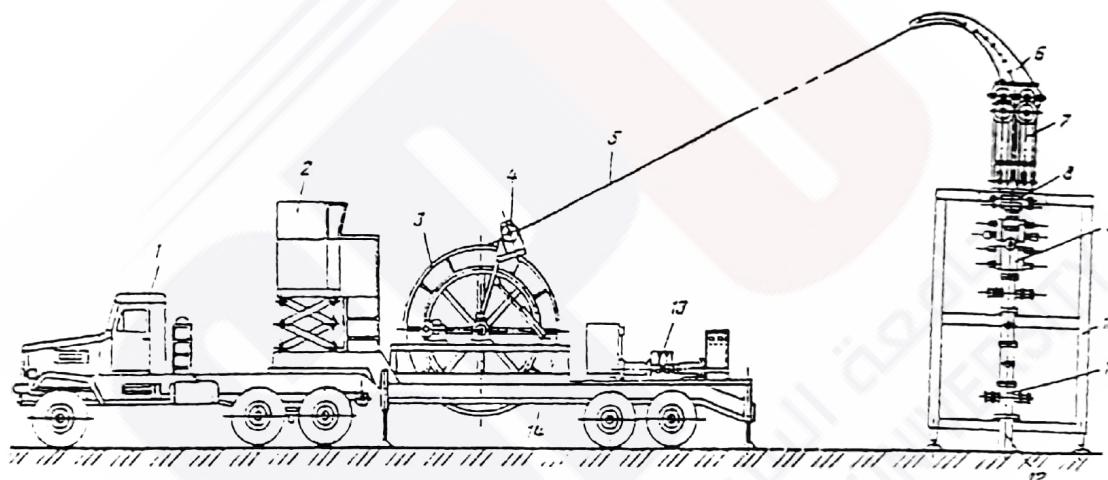
ت تكون وحدة الموسير المرن ، الشكل رقم (1-VIII) ، من : "مجموعة تشغيل الوحدة" والتحكم بها (2) و "الملفاف" (3) الذي تلف عليه الموسير المرن (5) .

تم عملية تنظيم اللف على أسطوانة الملفاف بواسطة "منظم لف الموسير" (4)

وغير الموسير من خلال "الموجه" (6) الذي يسمى أيضاً "عنق الوزة" إلى "رأسية دفع الموسير" (7) التي تقوم بدفع الموسير من خلال منظومة التحكم بفوهة البتر (8)

و "مجموعة الأمان" (9) إلى جوف البتر .

تؤمن "المضخة المكبسة" (13) الغزاره والضغط المطلوبين للسائل المضخوخ من خلال الموسير المرن .



الشكل رقم (1-VIII) : وحدة الموسير المرن

1: غرفة قيادة السيارة . 10: هيكل إسناد رأسية توجيه وتحريك الموسير 11: معدات فوهة البتر .

12: فوهة البتر . 14: المقودرة الحاملة للمعدات .

مميزات استخدام وحدات الموسير المرن :

- الاستغناء عن عمليات الفك والشد لمقاطع الموسير خلال عمليات الرفع والإزالة باستخدام الموسير المرن المستمرة والملفوقة على أسطوانة الملفاف .
- نظراً لصغر قطر الموسير ، يمكن إنزالها ضمن مختلف موسير الإنتاج المستخدمة في الحقول النفطية والغازية .

3. تنفيذ عمليات القياس البرية ، حيث تؤمن هذه الوحدة :
- إمكانية إيصال أدوات ومعدات القياس لمسافات طويلة ، حسوماً في الآبار ذات الميل الكبير والأفقية وإيقاف أحجزة القياس مباشرة أمام الموقع .
 - إمكانية تسجيل المعطيات خلال عمليات الحفر والإحياء وعمليات أخرى.
 - إمكانية بقاء الخط الكهربائي بكفاءة عالية داخل المواسير المزنة .
 - إمكانية تنفيذ القياسات الكهربائية في البتر المفتوح .
4. إمكانية استخدام الوحدة لتخفيض الضغط الهيدروستاتيكي لعمود السائل والتحكم بشباث الضغط قبل القيام بعمليات التثقيب .
5. إمكانية استخدامها في عمليات إحياء البتر بإجراء دوران سائل خفيف .
6. إمكانية استخدام الوحدة في عمليات تنظيف مواسير الإنتاج وقاع البتر من الأجسام العصبة والرمال .
7. إمكانية استخدامها في عمليات قتل الآبار باستخدامها لضخ سائل القتل .
8. إمكانية استخدامها في عمليات الأصطياد في حدود الحمولات المسموح بها للمواسير المزنة .
9. إمكانية استخدامها في عمليات السمنتنة الثانوية تحت الضغط بشكل فعال وآمن .
10. إمكانية استخدامها لإجراء عمليات إصلاح الآبار في شروط الضغط تحت التوازن .
11. سهولة تنفيذ العمليات السابقة في الآبار الأفقية .
12. إمكانية تنفيذ عمليات دوران السائل في الآبار خلال تنفيذ العمليات الأخرى عند الحاجة لذلك .
13. إمكانية تنفيذ عمليات حفر بسيطة ، مثل عمليات توسيع قاع البتر أو حفر الجسور والسدادات الإسمنتية والرملية .

VIII-2 : مكونات الوحدة

أولاً : المواسير المرنة

• تصميمها وصناعتها

تصنع من صنائع طويلة وضيقة من الفولاذ القابل للطرق ، تلف بشكّر أسطواني وتلحم طوليًا .

توصيل مقاطع المواسير ، التي يبلغ طولها مئات عدّة من الأمتار ، تناكيبياً وتلحم بلحام شعاعي للحصول على ماسورة واحدة يصل طولها (6000 م) أو أكثر .

تصنع هذه المواسير في الوقت الحاضر من **الفولاذ السبائك** : ذي نسبة الكربون القليلة وغير القابل للصدأ ، وبأقطار تتراوح بين (19-88) مم . لذلك يمكن إنزال هذه المواسير في جميع مواسير الإنتاج المستخدمة في الآبار النفطية والغازية .

النسبة المئوية %	العنصر الكيميائي
0.005	S لا أكثر
0.03	P لا أكثر
0.6-0.9	Mn
0.1-0.15	C
0.25	Ni لا أكثر
0.2-0.4	CO
0.55-0.7	Cr
0.3-0.5	Si

يعد الفولاذ (A₆₆) فولاذ قليل الكربون له التركيب الكيميائي التالي :

ويتصف بمواصفات المقاومة والتسلق التالية :

1. حد الخضوع الأصغرى 480 Mpa :

2. حد المتانة (عند الشد الأصغرى) 550 MPa :

3. الاستطالة (عند الشد التجريبي) 30% :

4. القيمة HRC 22 :

• حساباتها التصميمية

يتم حساب هذه المواسير وفق الآلية نفسها المتتبعة لحساب الأنواع الأخرى من المواسير المستخدمة في وحدة الحفر ، وقوائمهما لتحديد الحمولة الحدية خصم المعايرة والضغط الحدي الداخلي ومقاومة الفتل (الاتواء) الحدية (راجع الفصل السادس من هذا الكتاب) .

يعتمد العمل حالياً على أربع مقاييس للمواشير المرنة القياسية لحمل عوامل الإصلاح ، وفق ما هو موضح في الجدول أدناه :

مقاييس المعاشير المرنة ومواصفاتها

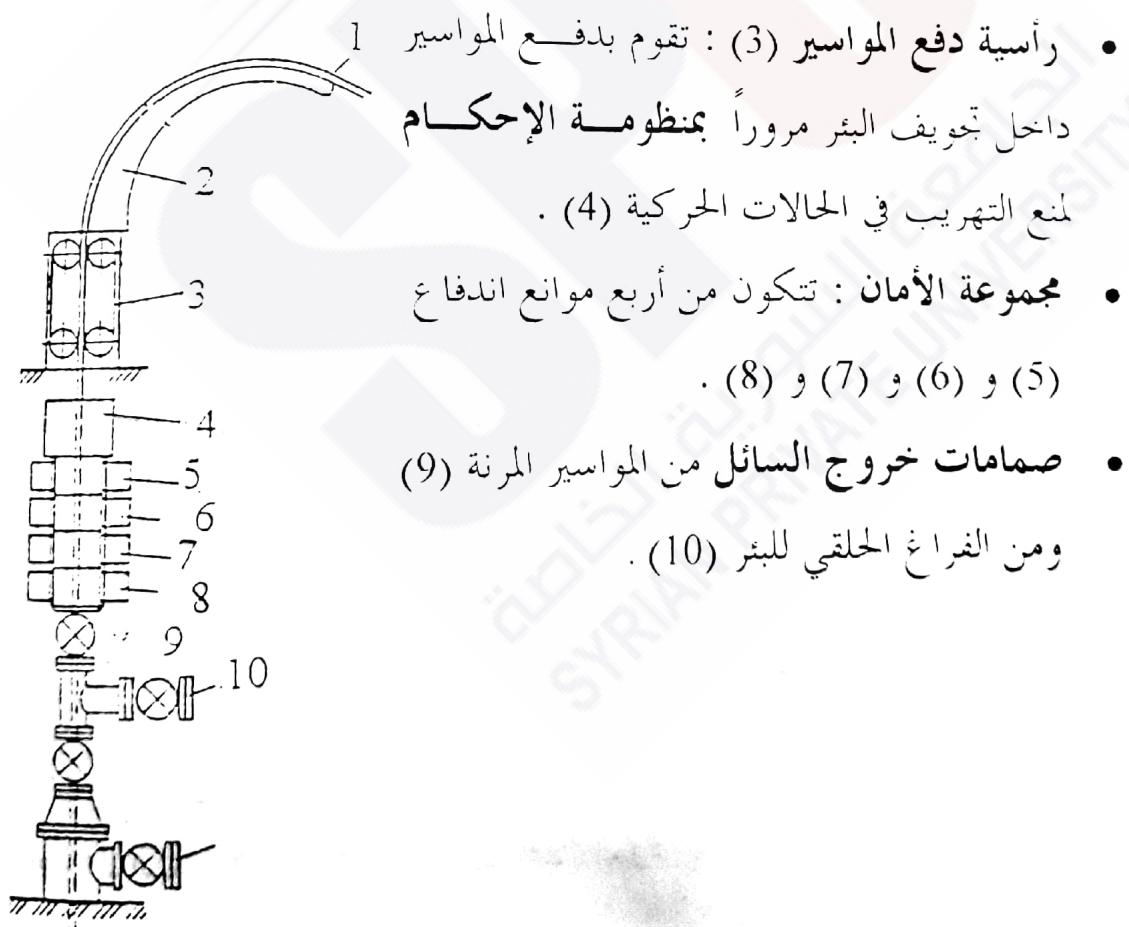
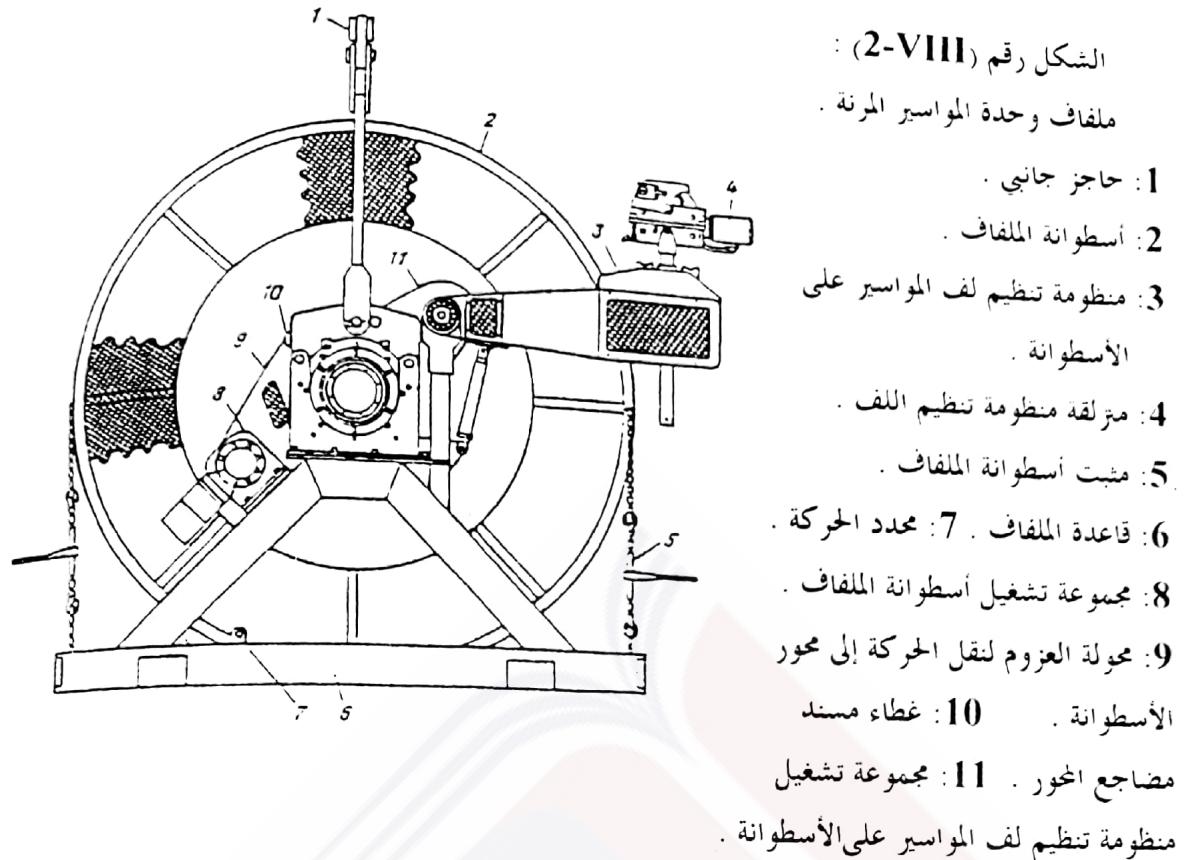
قياس المعاشير المرنة		ضغط العمل		الضغط الأعظمي عند الصد	
mm	inch	PSI	MPa	PSI	MPa
38	1 ½	6000	420	3000	210
38	1 ½	7500	520	3000	210
60	2 3/8	5000	350	2500	175
73	2 7/8	5000	350	2500	175

ثانياً : الملفاف

يصنع الملفاف ، الشكل رقم (VIII-2) ، بأقطار مختلفة تناسب مع أقطار المعاشير المرنة من أجل استيعاب أطول خط من المعاشير . على سبيل المثال . يستوعب ملفاف ذو أسطوانة بقطر (2.5) متر معاشير مرنة قطرها (25.4) مم . يضر طولها إلى حوالي (6000) متر .

بقية مكونات الوحدة تمثل مجموعة الأجهزة المركبة على فوهة البر ، الشكل رقم (VIII-3) ، وهي :

- **موجه المعاشير (2)** : ويسمى أيضاً عنق الورقة يقوم بتوجيه المعاشير (1) نحو فوهة البر .



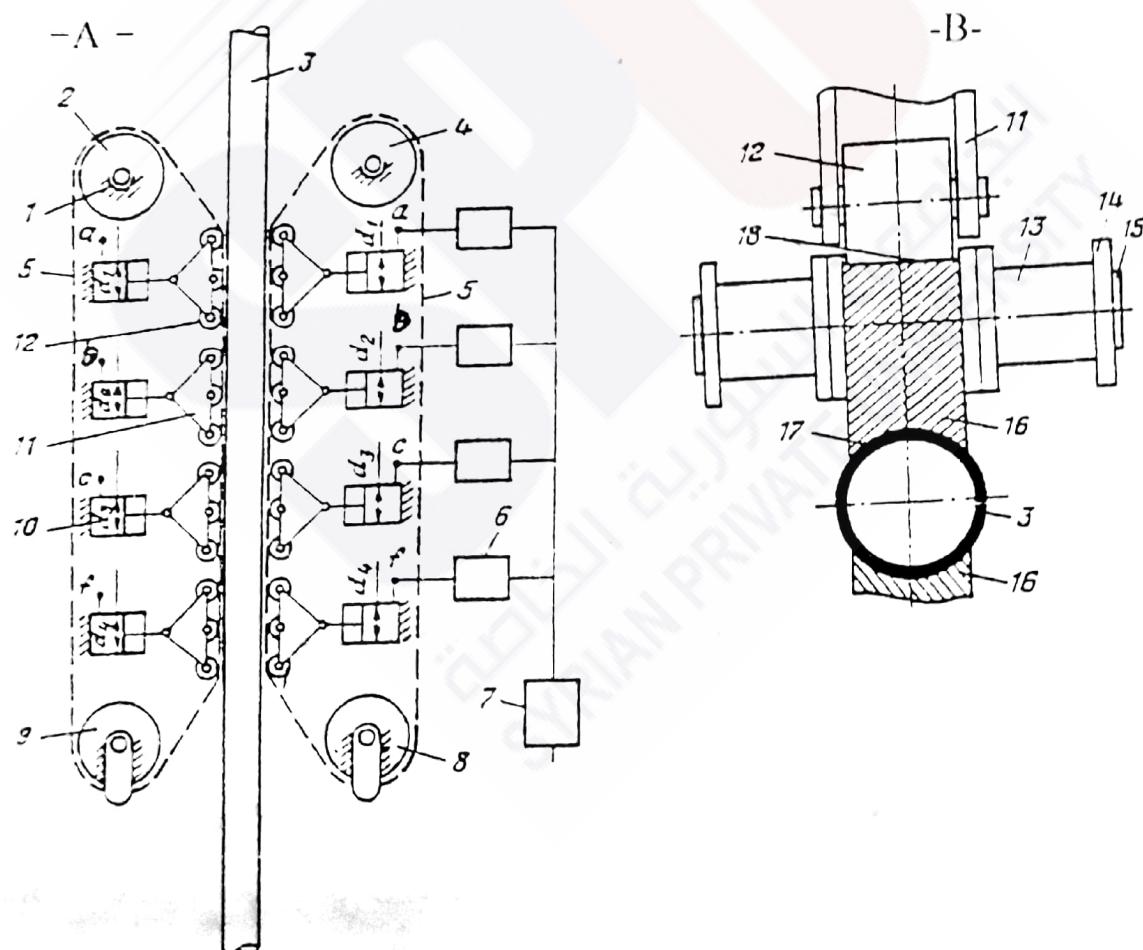
الشكل رقم (3-VIII) : منظومة أجهزة فوهة البئر من وحدة المواسير المرنة .

ثالثاً : رأسية دفع المواسير

تعد رأسية دفع المواسير إحدى أهم أجهزة وحدة المواسير المزنة ، حيث يعتمد عمل هذه المنظومة على نظام دفع احتكاكى يتم التحكم به هيدروليكيا . تنفذ هذه المجموعة الوظائف الرئيسية التالية :

- إنزال المواسير المزنة داخل البئر ويقافها على الرغم من وجود الصعوبات .
- تمنع الاحتكاك مع الجدران .
- التحكم بسرعة تقدم المواسير داخل البئر في كافة الظروف البئرية .
- تحمل كامل وزن المواسير المعلقة في جوف البئر .
- تؤمن سحب المواسير من البئر بالسرعة الممكنة .

تتكون هذه المنظومة ، الشكل رقم (4-VIII) ، وفق المخطط المبدئي للرأسية من :



الشكل رقم (4-VIII) : A: المخطط المبدئي لرأسية دفع المواسير . B: مقطع عرضي لمفصل الصفائح .
a,b,c,f : نقاط صفع السائل العامل من منظمات الضغط إلى المكابس الهيدروليكية .

مجموعتي سلاسل مزدوجة الصفوف (5) متوضعة في الهيكل (1) إلى يمين

ويسار الموسير المرنة (3) .

ت تكون حلقات السلسلة الواحدة من صفائح جانبية (14) ومحور (13) .
ترتبط هذه الحلقات مع بعضها بمحاور (أصابع) (15) ، تزود بصفائح (16)
متوضعة بين حلقات السلسلة ، الشكل رقم (VIII-4-b) . تتوضع هذه الصفائح على
إصبعين متجاوريين من السلسلة بشكل مغلق يؤمن سطحها الداخلي (18) مستر يا
متواصلاً . تصمم الصفائح بإمكانية انحراف زاوي صغير ، في حدود (3-5°) ، بالنسبة
إلى أحد الأصابع (العلوي) يؤمن التوضع المناسب لسطحها العامل (17) بالنسبة
للمواسير المرنة .

يتم التأثير المتبادل بين السطح الداخلي للصفائح (18) والعجلات (12) التي
يجمع كل ثلاثة منها بمجمع (11) يتصل بمكبس هيدروليكي (10) يؤمن ضغط
العجلات على السلسلة .

يتم دفع السائل العامل إلى المكبس الهيدروليكي من منظمات الضغط (6)
المتصل كل منها بزوج متقابل من المكابس بالنسبة للمواسير المرنة . وتزود منظمات
الضغط بالسائل العامل من منظومة المضخات (7) .

لتؤمن تناسب ثابت لقوى الضغط على الصفائح : يمكن أن تكون (d_1-d_2)
أقطار المكابس الهيدروليكية (10) مختلفة .

السلاسل ذات الصفائح معشقة مع زوج قائد (2) و (4) من العجلات
النجمية ، وزوج موجه (8) و (9) من العجلات النجمية .

لتؤمن توافق حركة مجموعتي السلاسل ، يتصل محورا العجلات النجمية
القائدة مع بعضهما حركياً بواسطة مجموعة من المسننات المترافقه .

كل عجلة نجمية قائدة تتصل من خلال مخفض سرع محرك هيدروليكي
يزودها بالحركة والاستطاعة اللازمتين لعملهما .

تم تغذية المحرّكات من منظومة المحرّكات (7) .

تصميم محوري العجلتين النجميتين الموجهتين (المقادتين) (8) و (9) ، يسمح لهما بالحركة الشاقولية بمساعدة مكابس هيدروليكيّة شادة .

المسافة بين محوري مجموعتي عجلات متحاورتين يساوي خطوة السلسل . طول السطح المستوي الذي تكونه الصفائح أقل من خطوة السلسل أو يساويها .

رابعاً : مجموعة الأمان

الجزء الأساسي لمجموعة الأمان ، الشكل رقم (3-VIII) ، هي مجموعة موافع الاندفاع المكونة من أربعة موافع اندفاع تعمل هيدروليكيّاً ، وهي :

- مانع الاندفاع الأعمى (5) .
- مانع الاندفاع القاطع (6) .
- مانع الاندفاع ذو المكبس المترافق (7) .
- مانع الاندفاع المكبسي (8) .

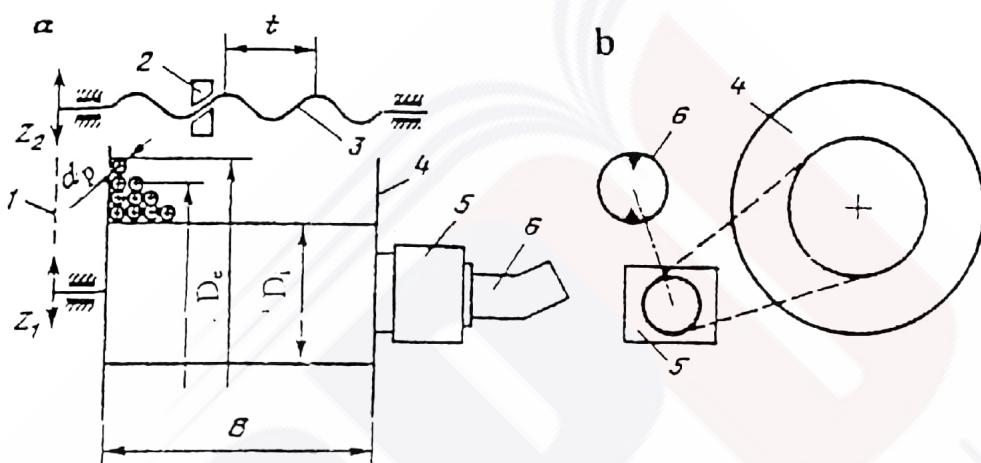
يضاف إليها منظومة الإحكام أو ما يسمى "الستريير" (4) التي تمنع التهريب في الحالات الحركية (دفع أو سحب المواسير من البئر) وتكون من حشوّات إحكام مطاطية تعمل بشكل هيدروليكي ، ويمكن تعديتها بعد إغلاق مانع الاندفاع .

وتضم مجموعة الأمان أيضاً صمامات تؤمن : معادلة الضغط على المكابس والضخ عبر مواسير الإنتاج .

خامساً : منظم لف المواسير على الملفاف

يؤمن هذا المنظم ، الشكل رقم (5-VIII) ، الالتفاف المنظم للمواسير المرنة على طول الأسطوانة بدون حدوث التواءات أو عقد للمواسير المرنة .

يتكون هذا المنظم من منزلقة (2) تتحرك على مسار محور متعرج (الصوالي)
متتحرك (3) يتم تدويره من خلال محور الملفاف بواسطة محولة عزوم سلسلية (1).
يتم تدوير محور الملفاف بواسطة محرك هيدروليكي (6) من خلال مخفض سرعة
(محولة عزوم مستينة) (5)، الشكل رقم (a-5-VIII)، أو محولة عزوم سلسلية (7)
وخفض سرعة (5)، الشكل رقم (b-5-VIII).



الشكل رقم (5-VIII) : المخطط الحركي لملفاف الوحدة ومنظم لف المواشير .

a : من خلال استخدام مخفض سرع مسنن فقط .

b : من خلال استخدام مخفض سرع مسنن ومحولة عزوم سلسلية .

1 : محولة عزوم سلسلية لنقل الحركة لمنظم لف المواشير .

Z_2, Z_1 : عدد أسنان العجلات النجمية القائدة والمقودة للمحولة السلسلية .

حركة المترقيقة (2) أثناء العمل يجب أن تزامن مع دوران أسطوانة الملفاف .

حيث يجب تطابق دورة واحدة لأسطوانة الملفاف مع حركة المترقيقة لمسافة متساوية لقطر المواشير المرنة (d_p) .

يزود منظم لف المواشير إلى جانب الآلة الميكانيكية لتدويره ، بآلية يدوية
لتدويره ، وذلك لتنظيم عملية التب في حال تداخل اللفات الخارجية للمواشير أثناء

نقل الوحدة من موقع لآخر وبعض الحالات الأخرى ، مثل حدوث ميلان للقطر الخارجي نتيجة انضغاط المواسير أو وجود ارتياح أو خطأ في التصنيع .

III-3 : الأسس الحسابية لبعض أجزاء وحدة المواسير المرنة

أولاً : أسطوانة الملفاف

- عدّلقات المواسير في الطبقة الواحدة على أسطوانة الملفاف تحدّد من العلاقة :

$$n = \left[\frac{L_D}{d_p + a} \right] - 1 \quad (\text{VIII-1})$$

حيث إن :

L_D : طول أسطوانة الملفاف .

d_p : قطر المواسير المرنة .

a : مجموع الفراغات بين لفات المواسير والفراغات المتأتية من طبيعة هيئة المواسير .

- عدد طبقات لف المواسير المرنة على أسطوانة الملفاف تحدّد من العلاقة :

$$Z = \frac{D_Z - D_d}{2d_p} \quad (\text{VIII-2})$$

حيث إن :

D_Z : قطر اللفة الخارجية (الأخيرة) من المواسير المرنة .

D_d : قطر أسطوانة الملفاف .

- سعة الملفاف تحدّد من العلاقة :

$$L = \pi \cdot Z \cdot n (D_Z + d_p \cdot Z) \quad (\text{VIII-3})$$

- كتلة المواسير الملففة على أسطوانة الملفاف تساوي :

$$G = L \cdot q_p \quad (\text{VIII-4})$$

q_p : وزن المتر الطولي من المواسير المرنة ، كغم .

- ثانياً : منظم لف المواسير
- عدد دورات المحور المترعرج (اللولي) المتحرك يحدد من العلاقة :
- $$n_x = n_d \cdot i \quad (\text{VIII-5})$$

حيث إن :

n_d : عدد دورات محور أسطوانة الملفاف الذي يحدد :

- عند استخدام مخفض السرعة فقط :

- عند استخدام مخفض السرعة ومحولة العزوم السلسلية :

$i_e = n_e \cdot i_r = n_d \cdot i_r$: العلاقة التحويلية لمحولة العزوم السلسلية الناقلة للحركة إلى المحور اللولي :

$$i = Z_1 / Z_2$$

Z_1, Z_2 : عدد أسنان العجلات النجمية القائدة والمقوودة لمحولة العزوم السلسلية .

n_e : عدد دورات محور المحرك الهيدروليكي .

i_r : العلاقة التحويلية لمخفض السرعة .

i_e : العلاقة التحويلية لمحولة العزوم السلسلية .

- حركة المنزلقة على اللولب المتحرك تحدد وفق العلاقة :

$$S = t \cdot n_x = t \cdot n_d \cdot i \quad (\text{VIII-6})$$

حيث إن : t : خطوة حركة المنزلقة .

و بما أن حركة المنزلقة ، كما ذكرنا سابقاً ، يجب أن تتزامن مع دوران أسطوانة الملفاف ، يعني هذا أن : تتحرك المنزلقة لمسافة (S) متساوية لقطر المواسير المرنة عند دورة واحدة لأسطوانة الملفاف (d_p) . أي ($S = d_p$) لذلك نحصل على :

$$d_p = S = t \cdot n_x = t \cdot n_d \cdot i \quad (\text{VIII-7})$$

وفقاً لذلك ، نجد أن المواصفات الحركية لمنظم لف المواسير لا تعتمد على سعة الملفاف وعدد ملفاته على أسطوانته .