

الفصل السادس

المخططات التركيبية والحركية

1-VI : مهماتها ومتطلباتها

يتم من خلال المخططات التركيبية والحركية : جمع معدات الحفر في وحدة متكاملة وربطها مع بعضها لأداء المهام الموكلة إليها . والقيام ، بعد انتهاء حفر البئر ، بعمليات تفكيكها ونقلها ومن ثم جمعها وتركيبها في موقع البئر الجديد .

تتوخى هذه المخططات تحقيق المتطلبات التالية :

1. تنفيذ المهمات الأساسية للوحدة .
2. سرعة وسهولة تركيب معدات الوحدة وتفكيكها ونقلها .
3. استقرار المواصفات التصميمية ومؤشرات الوحدة التقنية بعد النقل المتكرر من موقع إلى آخر .
4. تقليل حجم المواد الهيكلية المستخدمة في حدود المحافظة على متانة الوحدة واستمرارية عملها .
5. تأمين المجال الكافي لحركة طاقم الوحدة والوصول إلى جميع أجزائها بسهولة لمراقبة سلامة عملها أو للقيام بأعمال الصيانة والتصليح الموقعية .
6. توفير متطلبات الأمن الصناعي للأعمال المنفذة على الوحدة وتوفير الظروف المريحة لعمل طاقم الوحدة .
7. تأمين الحركة الضرورية للأجهزة المنفذة الرئيسية والمساعدة في الوحدة .

8. الاختيار الأمثل لوسائل نقل الحركة بما يقلل من ضياع الطاقة وهدرها
وتحديد نوع أجهزة نقل الحركة المستخدمة وعددها .

تكون المخططات التركيبية (التقنية) والحركية مترابطة فيما بينها ، مكتملة
لبعضها البعض .

2-VI : المخططات التركيبية

يتم وضع المخططات التركيبية لوحدة الحفر وفق تصنيف الوحدة ونوعها ومصادر
قواها المحركة .

تتوخى هذه المخططات توزيع الأجهزة في موقع العمل أفقياً و شاقولياً .

أولاً : التوزيع الأفقي لمعدات وحدة الحفر

إذا نظرنا إلى وحدة الحفر من الأعلى ، الشكل رقم (1-VI) ، لوجدنا أن توزيع

الأجهزة الرئيسية للوحدة يحدد وفق وضع هذه الأجهزة بالنسبة لمركز البئر (O)
الذي يجب أن يتطابق معه مركز الفتحة الداخلية للمنضدة الرحوية .

الشكل رقم (1-VI) يبين :

مخطط توزيع المعدات على أرضية برج الحفر .

1: المنضدة الرحوية .

2: مخزن المواسير المستخدمة خلال الحفر .

3: جهاز التحكم بالأجهزة الرافعة .

4: جهاز التحكم بالفتاح الآلي .

5: الفتاح الآلي . 6: الأجهزة الرافعة .

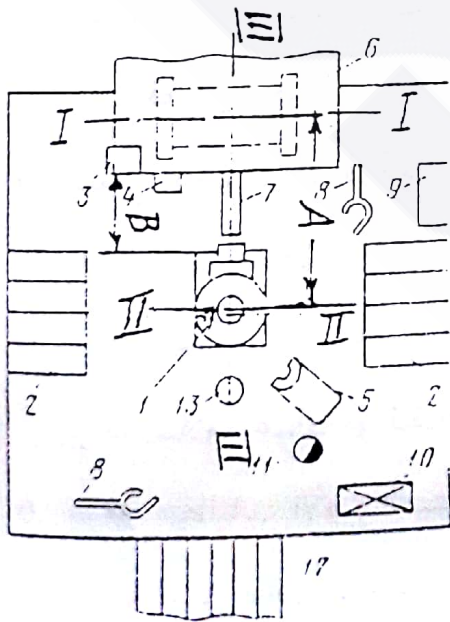
7: محولة سلسلية . 8: الفتاح الميكانيكي .

9: معدات تثبيت .

10: جهاز تثبيت النهاية الثابتة لحبل الحفر .

11: ثقب الفأر لقلم الحفر والرأس الهيدروليكي .

12: جسر نقل المواسير . 13: ثقب إطالة عمود مجموعة المواسير .



في الوقت ذاته يحدد مركز البئر وضع الأجهزة الرافعة التي يجب أن توضع قبالة مدخل البرج وجسر نقل المواسير ، لكي يستطيع الحفار مراقبة عملية سحب المواسير والمعدات الأخرى إلى أرضية البرج وفوهة البئر من موقعه بصورة جيدة .

توضع الأجهزة الرافعة بحيث إن :

• محور أسطوانة الأجهزة الرافعة (I-I) الموازي لمحور فتحة البئر (II-II) يبعد عنه بمسافة (A) تؤمن المسافة الضرورية (B) لحرية حركة طاقم الحفر بين المنضدة الرحوية والأجهزة الرافعة .

• المحور المنصف لأسطوانتها (III-III) يمر من مركز البئر (O) .

من جهة أخرى ، كما ذكرنا سابقاً ، توزيع الأجهزة والمعدات على أرضية البرج ، وكذلك بقية معدات الوحدة يتوخى سهولة حركة وعمل طاقم الحفر وتنفيذه لمهامه وسلامته . لذلك لا يكفي الالتزام بالشروط السابقة لتوزيع المعدات على أرضية البرج وباقي أجزاء الوحدة ، وإنما يجب إضافة لذلك توزيع الأجهزة والمعدات بشكل يؤمن فعالية جيدة لتنفيذ عملها بحيث لا يخلق هذا التوزيع عرقلة لحركة طاقم العمل ولا يشكل خطورة عليهم أو على وضع الوحدة عموماً .

إذا وضعت الأجهزة الرافعة الرئيسية على مستوى منخفض عن مستوى

أرضية البرج ، فإن المسافة (A) تحدد على أساس تصميمي يمنع تشابك الطرف المتحرك لحبل الحفر ، الذي يمر من أسطوانة الأجهزة الرافعة إلى مجموعة البكرات الثابتة ، مع برج الحفر بحيث يتمكن الحفار من مراقبة حركة التفاف الحبل حول الأسطوانة . بقية الأجهزة توضع بالنسبة للأجهزة الرافعة حسب مهمتها في وحدة الحفر .

مع زيادة عمق الحفر وضرورة استخدام أجهزة معقدة لإحكام فوهة البئر ،

تصبح هنالك ضرورة لرفع مستوى أرضية البرج حتى (4 - 10) أمتار .

يصل وزن بعض الأجهزة حتى (25-30) طناً أو أكثر ، لذلك يكون نصب مثل

هذه الأجهزة وتفكيكها على مثل هذه الارتفاعات أكثر تعقيداً من السابق .

إضافة إلى ذلك يستوجب تطور تكنولوجيا الحفر والتقليل من وقت التركيب والتفكيك توزيعاً ملائماً للأجهزة في موقع الحفر وتأمين مخطط حركي يؤمن هذه المتطلبات وفق المهمة المحددة للوحدة ونوع مصدر القوى المحركة وأجهزة نقل الحركة.

لتوزيع الأجهزة أفقياً في وحدة الحفر وضعيتان رئيسيتان :

• الأولى : توزع الأجهزة والحركات بوضع موازٍ على خط واحد يسمى

التوزيع الخطي ، الشكل رقم (2-VI) .

• الثانية : توزع الأجهزة بحيث توضع الحركات جانباً بالنسبة للأجهزة

المنفذة (المنضدة الرحوية والأجهزة الرافعة) ، الشكل رقم (3-VI) .

إن الوضع الخطي (المتوازي) للمعدات يؤمن وضعية متوازية مريحة أكثر لمحاور

أجهزة نقل الحركة ودورانها في اتجاه واحد . ويلتزم هذا الوضع بمصادر القوى المحركة

ذات الاتجاه الدوراني الواحد (محركات الديزل) .

ثانياً : مستوي التوزيع الشاقولي لمعدات وحدة الحفر

كما هو الحال في التوزيع الأفقي يعتمد هذا التوزيع على مجموعة مؤشرات :

• عمق الحفر .

• المهمات المحددة للوحدة .

• نوع مصدر القوى المحركة .

• نوع أجهزة نقل الحركة .

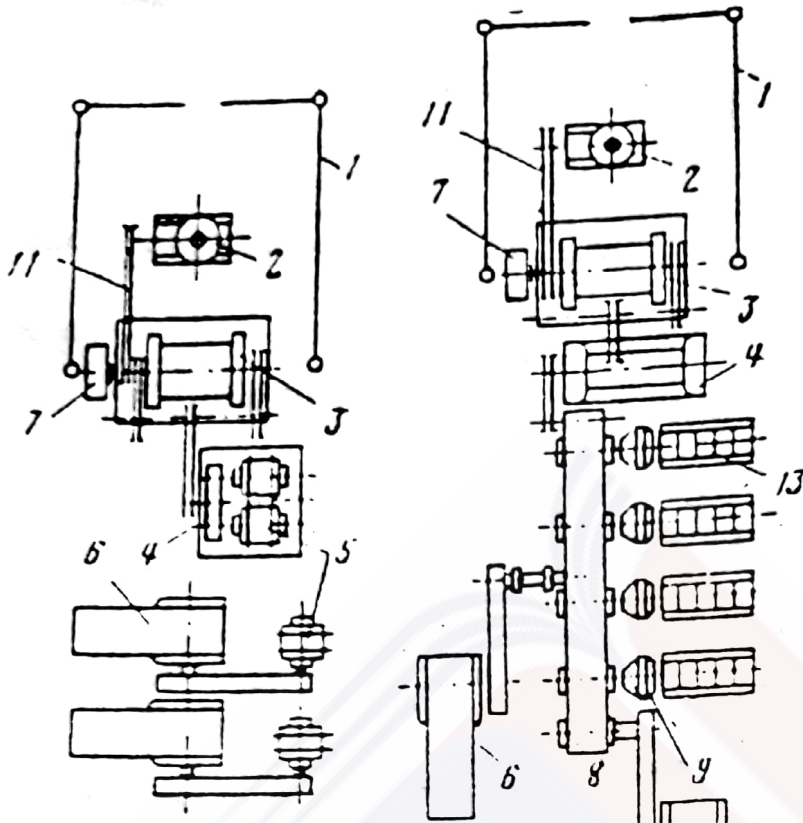
• طريقة التركيب والتفكيك .

• ارتفاع أرضية البرج .

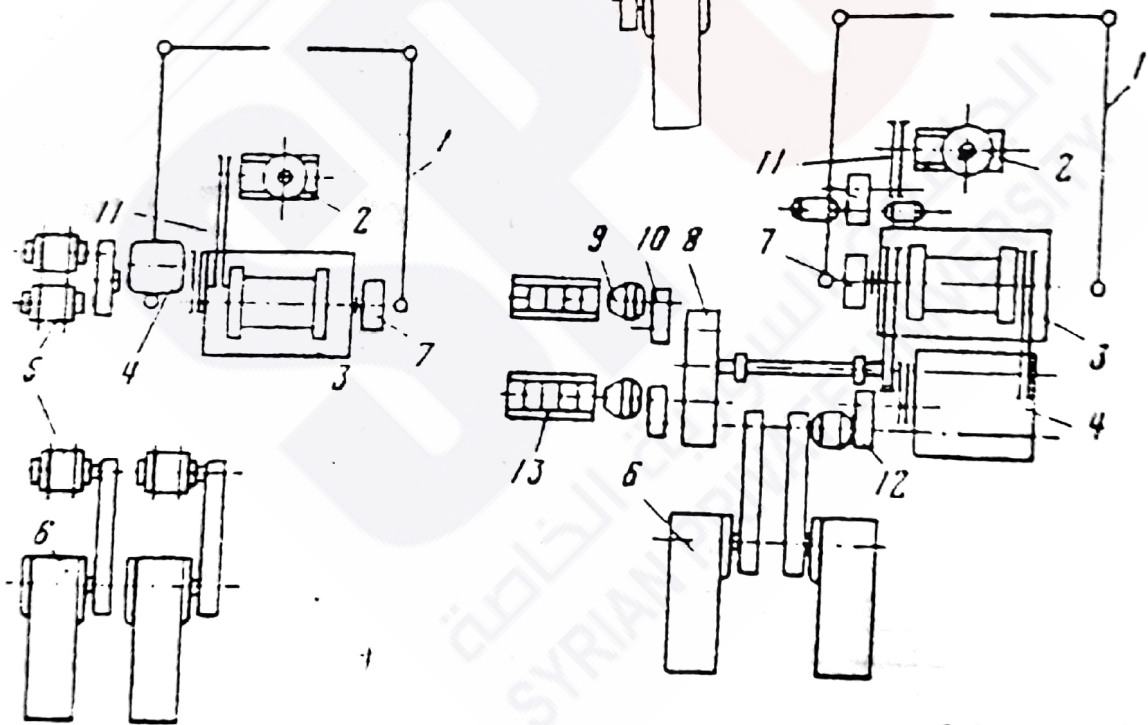
عندما يجري الحفر لاستكشاف أعماق في مقطع جيولوجي غير مستطرق

سابقاً والمعلومات المتوفرة عنه قليلة ، أو عندما يكون البئر عميقاً يجب أن تزود وحدة

الحفر بالأجهزة المناسبة لإحكام فوهة البئر ، أي بمختلف أجهزة مانعات الاندفاع .



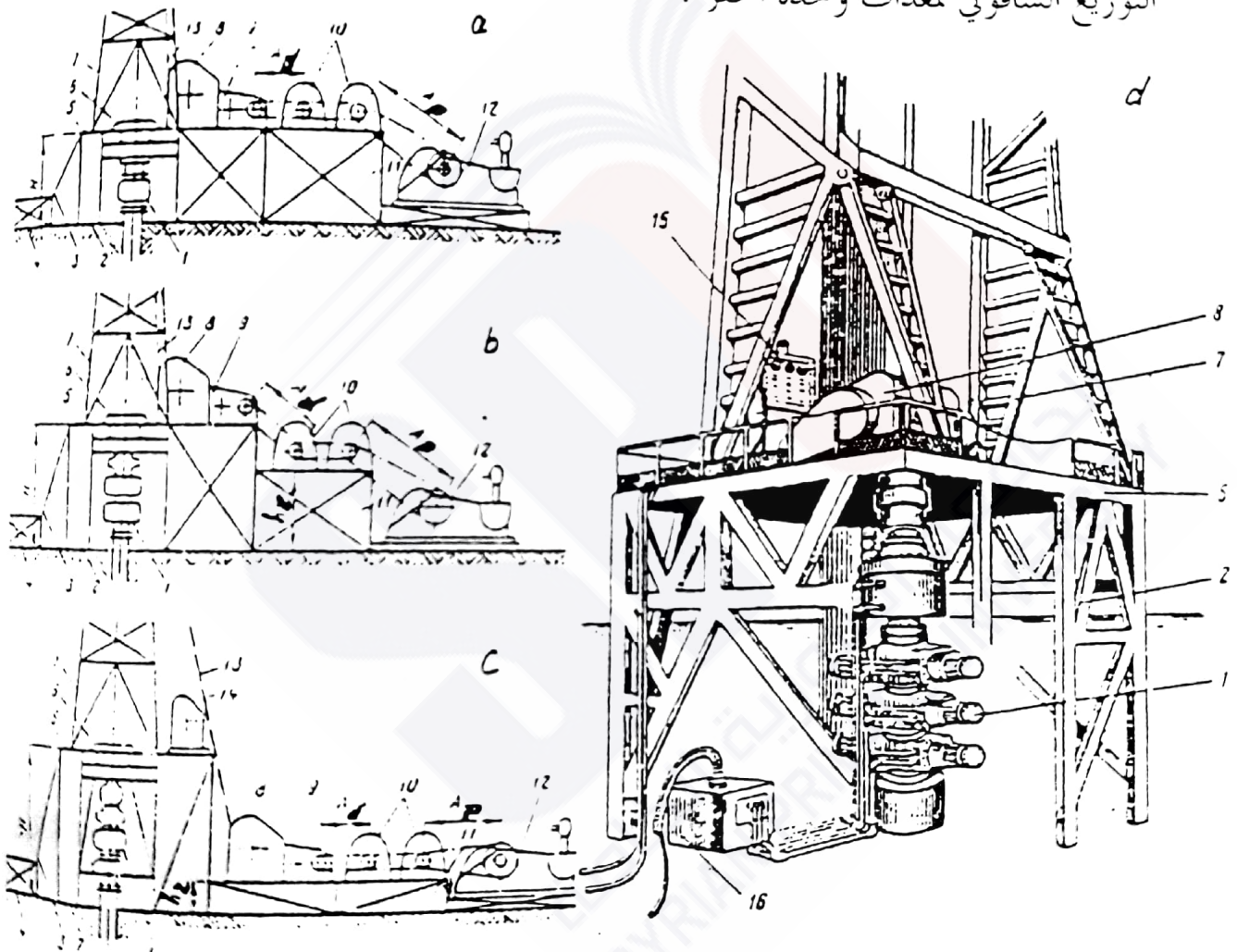
الشكل رقم (2-VI)



الشكل رقم (3-VI) :

- 1: منصة (أرضية) البرج . 2: المنضدة الرحوية . 3: الأجهزة الرافعة . 4: علبه تغيير السرعة .
 5: محركات كهربائية . 6: مضخات الحفر . 7: الكوابح المساعدة . 8: علبه توحيد الاستطاعة لمصدر
 القوى المحركة الجماعي . 9: محولة عزوم عنفيه . 10: مخفض سرعة . 11: محولة عزوم سلسليه لنقل
 الحركه إلى المنضدة الرحوية . 12: منظومه تنظيم دفع الدفاق . 13: محركات ديزل .

يتطلب حجم هذه الأجهزة وعملية نصبها بين فوهة البئر والمنضدة الرحوية محالاً واسعاً يفرض ارتفاعاً محدداً لأرضية البرج . كذلك يلعب مصدر القوى المحركة دوراً كبيراً في تحديد التوزيع الشاقولي للمعدات ، فعندما يكون مصدر القوى المحركة مصدراً جماعياً (مجموعة محركات ديزل) فإن الأجهزة التنفيذية الرئيسية (الأجهزة الرافعة والمنضدة الرحوية ومضخات الحفر) تستلم الحركة من خلال مجموعة موحدة من أجهزة نقل الحركة . يوضح الشكل رقم (4-VI) المخططات العامة لمستوي التوزيع الشاقولي لمعدات وحدة الحفر .



الشكل رقم (4-VI) : مخططات التوزيع الشاقولي لمعدات وحدة الحفر .

- 1: تجهيزات إحكام فوهة البئر . 2: قواعد البرج . 3: جسر نقل المواشير . 4: قاعدة (جسر) المواشير .
- 5: أرضية برج الحفر . 6: المنضدة الرحوية . 7: برج الحفر . 8: الأجهزة الرافعة . 9: علبه تغيير السرعة .
- 10: المحركات . 11: قاعدة القوى المحركة . 12: مضخات الحفر . 13: الطرف المتحرك لجبل الحفر .
- 14: الأجهزة الرافعة المساعدة . 15: لوحة التحكم والسيطرة . 16: منظومة التحكم الآلي بموانع الاندفاع .

• وفق المخطط (a) : يكون موضع الأجهزة الرافعة والمنضدة الرحوية وأجهزة نقل الحركة والمحركات جميعها على مستوى أرضية البرج ، مثل هذا التوزيع يصلح عندما يكون ارتفاع أرضية البرج قليل (أقل من 3 أمتار) .

وحدة الحفر التي توزع معادتها وفق هذا المخطط تصلح لحفر آبار يتراوح عمقها بين (2000-2500) م ، حيث لا يتوقع وجود ضغوط جوفية كبيرة وهذا لا يتطلب استخدام المجموعة الكاملة من أجهزة موانع الاندفاع لإحكام فوهة البئر .

يتميز هذا النوع من التوزيع ببساطة تصميم أجهزة نقل الحركة وتركيبها .

يصبح المخطط السابق غير فعال عندما يكون الارتفاع في حدود (3-6) م .

• وفق المخطط (b) : يكون موضع الأجهزة الرافعة والمنضدة الرحوية على مستوى أرضية البرج بينما تكون أجهزة التشغيل في موضع أخفض بعض الشيء عن أرضية البرج . وهذا ما يخفف من وزن وحجم القاعدة المعدنية لهذه الأجهزة .

إلا أن هذا التفاوت في مستوى المعدات يحدد بنوعية أجهزة نقل الحركة ، حيث أن الفرق بين ارتفاع أرضية البرج (H) وارتفاع قاعدة أجهزة التشغيل (h_d) يحدد بالمسافة المركزية (A_p) بين محوري المحرك ومضخة الحفر . هذه المسافة يجب ألا تزيد على (3 م) في المحولات السلسلية ، وعن (4 م) في المحولات الحزامية .

• وفق المخطط (c) : يسمح برفع أرضية البرج لأي ارتفاع ضروري (6-10) م ويؤمن هذا المخطط توزيعاً أحسن للمعدات ويبسط عمليات تركيب وتفكيك الأجهزة الرافعة ومجموعة المحركات وأجهزة التشغيل .

من سلبيات الوحدة المصممة وفق هذا المخطط ضرورة تأمين مجموعة

تشغيل (محرك وأجهزة نقل الحركة) منفردة أو استلام الحركة من مجموعة تشغيل

جماعية قوية موضوعة بمستوى أدنى من أرضية البرج ومن خلال محولة ترسية وقارئة

مفصلية شاقولية . وفي هذه الحالة يجب أن يكون ارتفاع قاعدة مصدر القوى

الحركة وأجهزة نقل الحركة في مستوى قواعد (أرصفة) معدات النقل والتحميل

لتسهيل عمليات التحميل من الموضع وإليه . واعتيادياً يكون ارتفاع مصدر القوى
الحرارة (h_c) في مثل هذه الحالة في حدود (1.8-2) متر .

● وفق المخطط (d) : يوضح وضعية أجهزة إحكام فوهة البئر تحت أرضية

المرج 3-VI : المخططات الحركية لوحدات الحفر

في كل وحدة حفر يمكن أن توجد ثلاث حلقات حركية أساسية :

● مجموعة الرفع .

● مجموعة الحفر (المنضدة الرحوية) .

● مجموعة المضخات .

يشكل مجموع هذه الحلقات المخطط الحركي لوحد الحفر بمجملها .

حسب طبيعة العمل ومهمات الوحدة ، يمكن أن يكون هناك ارتباط مؤقت أو
دائم بين بعض الحلقات (تشغيل المنضدة الرحوية من خلال محور الأجهزة الرافعة)
ويمكن أن يستقل بعضها عن الآخر بصورة دائمة (مجموعة المضخات ومجموعة الرفع) .

إضافة إلى المتطلبات العامة للمخططات التركيبية والحركية ، لابد أن يؤمن
المخطط الحركي المجال الضروري :

1- لتنظيم وتغيير سرعة حركة المنضدة الرحوية والمضخات .

2- لتنظيم وتغيير سرعة رفع وإنزال عمود مجموعة المواسير وبأقل إهدار للوقت .

أولاً : حركة الأجهزة المنفذة في وحدة الحفر

في الحفر الدوراني تتحرك آلة تمشيم التربة (الدقاق) حركة لولبية بحيث تتوافق
الحركة الدورانية مع الحركة المستقيمة ، ويتحرك مكبس مضخة الحفر حركة مستقيمة
ارتدادية (أمامية - خلفية) بسرعة ثابتة أو بسرعة مختلفة .

لاستبدال الدقاق المستهلك يفك عمود مجموعة المواسير إلى مقاطع (أشواط)

محددة تستخرج على التوالي من البئر وبعد استبدال الدقاق يعاد إنزالها في البئر بحركة شاقولية مستقيمة . على ضوء ذلك يجب أن تزود وحدة الحفر بأجهزة يمكن بواسطتها تحقيق هذه الحركات العاملة الرئيسية للأجهزة المنفذة .

تحدد سرعة الحركات الرئيسية للأجهزة المنفذة الرئيسية بالنسبة لـ :

- **الدقاق :** حسب عدد الدورات المسموح بها ودرجة مطاوعة التربة للحفر .
 - **مكبس مضخة الحفر :** حسب متوسط السرعة الممكنة المسموح بها لحركة المكبس داخل أسطوانة المضخة .
 - **خطاف مجموعة الرفع :** حسب السرعة الممكنة المسموح بها لحركة عمود مجموعة المواسير في جوف البئر وقدرة مجموعة الرفع .
- إضافة إلى الحركات الرئيسية تقوم الأجهزة المنفذة في وحدة الحفر بحركات إضافية مثل :

- فك وشد روابط (توصيلات) مقاطع المواسير .
- تثبيت وإسناد عمود مجموعة المواسير على فوهة المنضدة الرحوية .
- نقل المقاطع المستخرجة من البئر إلى مخزن المقاطع على أرضية البرج وسحبها من هناك لإنزالها في البئر .

تنفذ هذه العمليات خلال عمليات رفع وإنزال مقاطع عمود مجموعة المواسير عند استبدال الدقاق المستهلك أو عند زيادة طول عمود مجموعة المواسير خلال الحفر .

ثانياً : وضع المخطط الحركي

يتوخى المخطط الحركي لوحدة الحفر تأمين نوع الحركة وقيم السرعة والاستطاعات المطلوبة لكل جهاز منفذ في الوحدة . ومن الطبيعي تفضيل المخطط المبسط وغير المعقد للوصول لهذه الغاية .

يقصد بمستوى تعقيد المخطط :

• عدد الأجزاء الداخلة في المخطط الحركي للوحدة : عدد المحاور ، المحولات الخزامية والسلسلية والمسنتات والمضاجع و قارنات الحركة وتركيبة منظومة الجبال وعدد طبقات لف حبل الحفر على أسطوانة الأجهزة الرافعة ، وعدد المواسير المستخدمة لأجهزة توزيع المنظومة الهوائية للتحكم وعدد أجهزة التحكم والسيطرة .

• عدد الأجهزة المعقدة التصنيع أو التجميع : المسنتات ، علبة تغيير السرعة ومضخاتها ، قارنات الحركة الاحتكاكية .

• وضعية المحاور : متوازية أو متعامدة ، بزوايا معينة ، مستويات وضعها في الوحدة .

وفق ذلك للحصول على مخطط مبسط يجب :

1. اختيار أقل ما يمكن من أجهزة نقل الحركة والمحولات

إذ إنه كلما قل عدد المحولات في المخطط الحركي ، قلّ التباين بين عدد دورات المحاور (الحلقات الحركية) القائدة و المقودة .

لتقليل نسبة تخفيض السرعة عند استخدام أجهزة نقل الحركة الميكانيكية يغدو من المستحسن استخدام محركات ذات سرعة دوران متوسطة في وحدات الحفر .

تبين ، حسب التجربة ، أن أفضل المحركات ذات سرعة الدوران التي تتراوح بين (900-1200) دورة/دقيقة . وعند استخدام المحولات العنيفة يمكن استخدام محركات تصل سرعة دوران محاورها إلى (1600) دورة/دقيقة .

إن استخدام المحركات التي تزيد سرعة دوران محاورها عن القيم المذكورة أعلاه يعقد المخطط الحركي ويعقد تصميم الأجهزة .

أما استخدام محركات تقل سرعة دوران محاورها عن هذه القيم يؤدي إلى تضخيم كتل مجموعة التشغيل وأجهزة نقل الحركة في الوحدة ويخفض متانتها وطول عمر خدماتها وديناميكيته .

عدد اختيار نوع المحركات يجب الأخذ بعين الاعتبار مدى توفرها ومواصفاتها وأسعارها وقياساتها وكتلتها . وبهذا الخصوص يجب ملاحظة أن المحركات كلما كانت كتلتها وقياساتها كبيرة كان عدد دورات محورها أقل عند ثبات استطاعتها .

2. التقسيم الملائم للعلاقة التحويلية الكلية إلى الوسيطة (الجزئية)

من تحليل جميع الاحتمالات ، نجد أن أفضلها بالنسبة للترابط التصميمي لأجزاء الوحدة هو أن تجزأ العلاقة التحويلية لتكون أبطأ سرع الدوران عند الحنقة الأخيرة من السلسلة الحركية . وإذا عبرنا عن العلاقة التحويلية الكلية من خلال العلاقات التحويلية الوسيطة فإننا نحصل على العلاقة التالية :

$$i = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 \cdot \dots \cdot i_n \quad (VI-1)$$

وبالتالي يصبح من الأفضل الالتزام بالشرط التالي :

$$i_1 < i_2 < i_3 < i_4 \dots < i_n \quad (VI-2)$$

تستند هذه العلاقة إلى أن قياسات أجزاء السلسلة الحركية الناقلة للحركة والناقلة للاستطاعة (N) ، تزداد كلما قل عدد الدورات (n) ، مثلاً يتناسب قطر المحاور عكساً مع قيمة $(\sqrt[3]{n})$ ، وتتناسب قياسات المحولات الحزامية والمحولات السلسلية عكساً مع (n) .

عند وضع المخططات الحركية لوحدات الحفر ، يجب الأخذ بعين الاعتبار أن قياسات الحلقات النهائية في سلاسل المخطط الحركي (الأجهزة المنفذة) تعتمد على :

- متطلبات تكنولوجيا الحفر بالدرجة الأولى .
- عدد دورات المحاور في بعض الأجهزة .

الخصائص التصميمية لبعض الأجهزة المنفذة، مثلاً : قطر فتحة المنضدة الرحوية وما يترتب عليه من تحديد لقطر الترس المقاد فيها ، السعة السلكية لأسطوانة الأجهزة الرافعة وما يترتب عليها من تحديد لقطر الأسطوانة وغيرها .

ثالثاً : تحديد العلاقات التحويلية في السلسلة الحركية الواحدة

يتم توزيع العلاقات التحويلية في السلسلة الحركية الواحدة بوسائل واحتمالات مختلفة ، إلا أنه في جميع الحالات يجب الإلتزام بتركيبة محددة لهذا التوزيع .

ومن التطبيقات العملية تم التوصل إلى أن تركيبة المتوالي الهندسية هو أفضل توزيع ملائم للعلاقات التحويلية في السلاسل الحركية لوحدة الحفر . وسنحاول من التحليل التالي التوصل إلى مفهوم المتوالي الهندسية في تحديد السرعة وتوزيعها وكيفية استخدامها .

تحدد السرعة الخطية لأي محور من العلاقة :

$$V = \frac{\pi dn}{60} \quad \text{m/s} \quad (\text{VI-3})$$

مجال المعايرة لعدد الدورات يمثل العلاقة بين القيمتين الحديتين لهذا العدد :

$$R_n = \frac{n_{\max}}{n_{\min}} \quad (\text{VI-4})$$

ومن العلاقة (VI-3) نجد أن :

$$n_{\max} = \frac{60 V_{\max}}{\pi d_{\min}} \quad , \quad n_{\min} = \frac{60 V_{\min}}{\pi d_{\max}} \quad (\text{VI-5})$$

بالتعويض عن هذه القيم في العلاقة (VI-4) نحصل على :

$$R_n = \left(\frac{V_{\max}}{V_{\min}} \right) \times \left(\frac{d_{\max}}{d_{\min}} \right) = R_V \cdot R_d \quad (\text{VI-6})$$

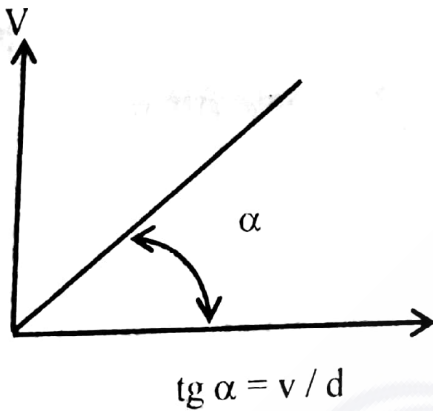
حيث إن : R_d . R_V : مجال المعايرة للسرعة الخطية والأقطار على التوالي .

وإذا عدنا إلى العلاقة (VI-3) مع اعتبار أن :

$$c' = \frac{\pi n}{60}$$

نجد أن صيغة السرعة الخطية تتخذ الشكل : $V_i = C_i \cdot d$

ونلاحظ أن هذه العلاقة هي معادلة مستقيم مار من بدء الإحداثيات لمحوري السرعة والقطر (v, d) ، الشكل رقم (5-VI) .



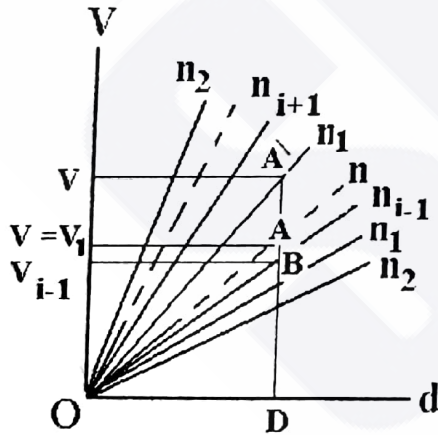
الشكل رقم (5-VI)

يحدد منحى هذا المستقيم من العلاقة :

إذا كانت لدينا عدة سرع في المجموعة الحركية فإننا نحصل على مستقيمات عدة

بزوايا (α_i) مختلفة . فإذا فرضنا أن لدينا :

- من السرع (Z) $(n_1, n_2, \dots, n_{i-1}, n_i, n_{i+1}, \dots, n_z)$
- قطر المحور الأخير يساوي (d)



الشكل رقم (6-VI)

فإننا نستطيع الحصول من الشكل (6-VI) على

$$\Delta V = V - V_{i-1}$$

$$AB = DA - BD = \Delta V$$

$$\text{حيث إن : } V_{i-1} = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{i-1}}{60}$$

$$\text{و } V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60}$$

وبذلك يكون لدينا :

$$\Delta V = \frac{\pi \cdot d \cdot (n - n_{i-1})}{60} = \frac{V(n - n_{i-1})}{n} = \frac{V(1 - n_{i-1})}{n} \quad \text{(VI-8)}$$

عندما $(n \rightarrow n_i)$ أو $(A \rightarrow A')$ نحصل على القيمة الأعظمية لفرق السرعة :

$$\Delta V_{\max} = \frac{\pi \cdot d \cdot (n_i - n_{i-1})}{60} = V_i \left(\frac{1 - n_{i-1}}{n_i} \right) \quad \text{(VI-9)}$$

ويمكن ترتيب عدد السرعة المتتالية هندسية إذا افترضنا أن $V_i < V_{i+1}$ أي إذا
 أمكننا قبول قيمة (V_i) كسرعة أعظمية أو عندما تتراوح (ΔV_{\max}) بين (n_i) و (n_{i+1})
 وبذلك يكون لدينا :

$$\Delta V_{\max} = V_i \left(\frac{1 - n_{i+1}}{n_i} \right) = V_i \left(\frac{1 - n_{i+1}}{n_{i+1} \times \varphi} \right) = V_i \left(1 - \frac{1}{\varphi} \right) \quad (VI-10)$$

$$\varphi = n_i / n_{i-1} > 1 \quad , \quad n_i = n_{i-1} \cdot \varphi \quad \text{حيث إن :}$$

وبذلك تمثل (φ) أس المتتالية الهندسية ، وعند استخدام المتتالية الهندسية لترتيب
 عدد الدورات نحصل على :

$$n_1 = n_1 , n_2 = n_1 \cdot \varphi , n_3 = n_2 \cdot \varphi = n_1 \cdot \varphi^2 , \dots , \\ n_z = n_{z-1} \cdot \varphi = n_1 \cdot \varphi^{z-1} \quad (VI-11)$$

نجد من هذه العلاقة أن مجال المعايرة يساوي :

$$R_n = \frac{n_{\max}}{n_{\min}} = \frac{n_z}{n_1} = \frac{n_1 \cdot \varphi^{z-1}}{n_1} = \varphi^{z-1} \quad (VI-12)$$

ومنها نحصل على :

$$\varphi = \sqrt[z-1]{R_n} \quad (VI-13)$$

حيث إن Z : عدد السرعة .

يمكننا من العلاقات السابقة (11,12,13) بمعرفة قيمتين ، معرفة القيمة الثالثة .
 من العلاقة (VI-10) ومن العلاقة اللوغاريتمية للعلاقة (VI-13) يمكننا تحديد
 القيم القياسية لأس المتتالية الهندسية (φ) حيث نحصل على :

$$\frac{\Delta V_{\max}}{V_i} = \left(1 - \frac{1}{\varphi} \right) < 0.5 \quad (VI-14)$$

أي إن $2\varphi_{\max} - 2 = \varphi_{\max}$ وبذلك تتحدد قيمة (φ) في المجال $1 < \varphi < 2$
 وبين هاتين القيمتين توجد قيم قياسية للأس (φ) وهي :

$$1.06 - 1.12 - 1.26 - 1.41 - 1.58 - 1.78$$