الفصل الثالث

إنشاء الممرات وتدعيمها

أهمية الهواء المضغوط فى إنشاء الممرات :

يعتبر الهواء المضغوط من أهم مصادر الطاقة المستخدمة فى المناجم والمحاجر وذلك للأسباب الآتية :

١ ــ آلات الثقب التى تدار بالهواء المضغواط تكون عادة متينة وأقل وزناً من مثيلتها التى تدار بالوقود السائل فضلا عن أنها تتحمل الرطوبة أكثر من تلك التى تدار بالكهرباء .

٢ ــ الهواء المضغوط يمكن نقله فى أنابيب بسهولة إلى أماكن استخدامه .

٣ ــ يمكن التعرف بسهولة على أماكن الخلل وإصلاحه بسرعة .

٤ ــ يساعد الهواء المضغوط فى أعمال التهوية تحت سطح الأرض

ويستعمل الهواء المضغوط فى أغلب عمليات التعبئة سواء فوق أو تحت سطح الأرض وأهم استعمالاته هى :

١ ــ تشغيل آلات ثقب الصخور وأوناش الرفع .

٢ ــ تشغيل القاطرات والقواديس والمضخات .

٣ ــ المساعدة فى أعمال التهوية .

ويلزم القارئ مراجعة نظريات الهواء المضغوط وقوانينه حتى يتمكن من استيعاب الأسس التى تعمل على أساسها الآلات والمعدات التى تدار بالهواء المضغوط بالإضافة إلى ضواغط الهواء .

وأهم القوانين العامة للغازات التى يجب مراجعتها هى : قانون بويل (عند ثبوت درجة حرارة مقدار من الغاز فإن حجم الغاز يتناسب مع ضغطه تناسباً عكسياً أى أن $ح \times ض = ح_1 \times ض_1$

وقانون شارل (عند ثبوت ضغط مقدار من الغاز فإن حجمه يتناسب طرديًا مع درجة الحرارة المطلقة أى أن $\frac{ح_1}{ث_1} = \frac{ح_2}{ث_2}$) والقانون العام للغازات ويحدد العلاقة بين حجم وضغط مقدار معين من الغاز ودرجة حرارته المطلقة أى $\frac{ح \times ض}{ث} = ك م$

حيث م مقدار ثابت ، ك هى وزن كمية الهواء ، ح هى الحجم ، ض هى مقدار الضغط .

ضاغطات الهواء :

تقوم آلات ضغط الهواء بتحويل الهواء وضغطه من الضغط الجوى إلى الضغط المطلوب فى أماكن الاستخدام وتنقسم هذه الآلات من ناحية التركيب إلى ضاغطات ثابتة وأخرى متحركة كما تنقسم من ناحية مراحلَ العمل إلى آلات تضغط الهواء على مرحلة واحدة أومرحلتين أو ثلاث مراحل أو أكثر .

أما من ناحيه التشغيل فتنقسم الضاغطات إلى :

١ – ضاغطات تعملَ بالبخار ٢ – ضاغطات تعمل بالكهرباء

٣ – ضاغطات تعمل بواسطة آلات الاحتراق الداخلى .

توزيع الهواء المضغوط :

يتم نقل وتوزيع الهواء المضغوط بواسطة أنابيب تنقله من محطات توليد الهواء المضغوط إلى أماكن الاستخدام ويجب عند تخطيط نظام توزيع الهواء المضغوط مراعاة الآتى :

١ – أن يكون حجم أنابيب التوصيل متناسباً بحيث لا يزيد الفاقد فى الضغط عن ١٠٪ .

٢ – استخدام الدوائر المغلقة كلما أمكن ذلك .

٣ – استخدام مستودعات الهواء المساعدة

٤ – التخلص من بخار الماء المتكثف فى الأماكن المخصصة لذلك .

٥ – استعمال وصلات محكمة لتوصيل الأنابيب ببعضها حتى لا يتسرب الهواء .

مستودعات الاستقبال :

تستخدم مستودعات الاستقبال فى وحدات ضغط الهواء لتفادى الاضطراب الناتج عن خروج الهواء من آلات الضغط وتنسيق توزيع الضغط توزيعاً متجانساً عند توزيع الهواء فى الأنابيب ويكون المستودع عادة أقرب ما يمكن لمحطة التوليد حتى تسهل عملية ضبط ضغط الهواء المنصرف من المحطة .

المرشحات :

حتى يكون الهواء الداخل إلى آلات ضغط الهواء خالياً من الأتربة التى تؤدى إلى أضرار جسيمة لأجزاء الماكينة التى يمر فيها الهواء يجب استخدام مرشحات عند مدخل الهواء تخلصه من الأتربة والمواد العالقة .

بعض آلات المناجم التى تعمل بالهواء المضغوط :

آلة ثقب الصخور :

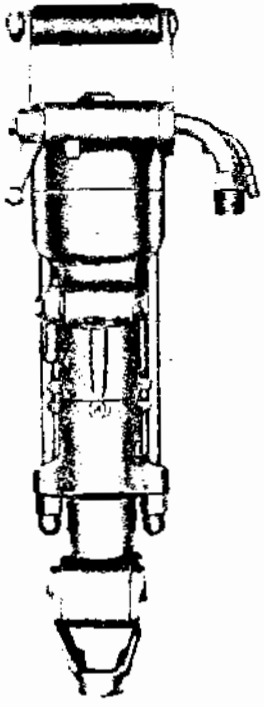
يبين شكل « ٧ » آلة الثقب اليدوية التى تستعمل عند استخراج الخامات الصلبة ومتوسطة الصلابة وتحفر بواسطتها ثقوب التفجير . وتعمل عادة بواسطة الدق والدوران .

وتتكون آلة الثقب من مسمار الثقب الذى يتصل بالمطرقة المتصلة بجسم الآلة ويدور المسمار بعد طرقه حول محوره من ١٥°ـ٤٠° حسب طراز الآلة .

وينتج عن حركة الدوران والطرق تفتيت الصخور وبذا تتم عملية الثقب . ويتم طرد ناتج تفتيت الصخور بواسطة الهواء المضغوط والماء الذى يخرج من فتحة جانبية فى الآلة وتنقسم آلات التثقيب إلى قسمين :

١ ـ آلات تحمل باليد

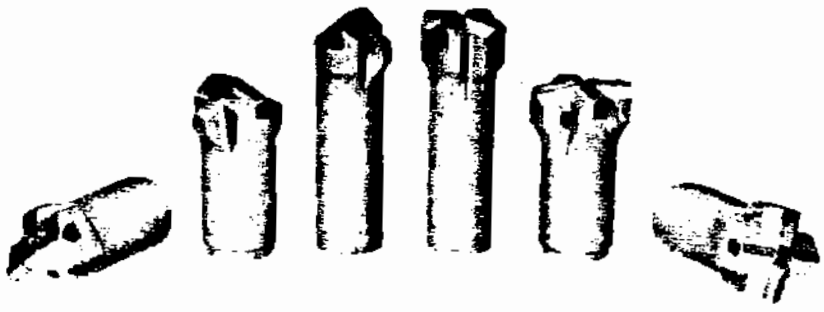
٢ ـ آلات مثبتة على حامل



(شكل ٧) آلة التثقيب اليدوية

وآلات الثقيب اليدوية عدة أنواع خفيفة يتراوح وزنها ما بين ١١ — ٢٠ كيلوجراماً وثقيلة يزيد وزنها عن ٢٥ كجم أما آلات الثقب المثبتة على حامل فيتراوح وزنها ما بين ٣٣ — ٨٥ كيلوجراماً وتستخدم لعمل الثقوب فى الصخور شديدة الصلابة حيث يثبت الحامل بين السقف والأرضية ثم تثبت آلة الثقب فى الحامل .

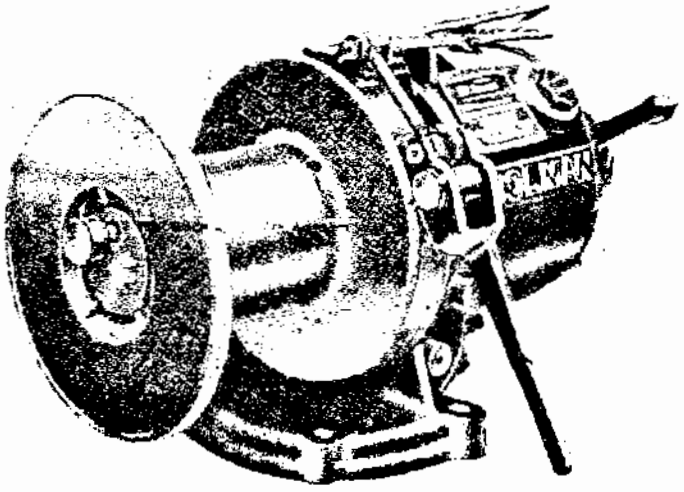
وهناك آلات أخرى ذات حامل تلسكوبى تستخدم لحفر الثقوب فى الاتجاه من أسفل إلى أعلى ويتراوح وزنها ما بين ٣٠ — ٥٠ كيلوجراماً . ومسمار الثقب الذى يثبت فى الآلة ليتلقى الطرقات ويقوم بحركة الدوران يتكون من جسم المسمار والقاطع والذيل وأهم أجزاء المسمار هو الحد القاطع ويصنع من الصلب الكربونى على أشكال مختلفة أهمها ذو الحد الواحد وذو الحدين المتقاطعين وتثبت فى المسمار بواسطة قلاووظ أو بالضغط وبعض مسامير الثقيب تكون كلها قطعة واحدة حاوية للثلاث أجزاء ويبين شكل (٨) أشكال بعض قواطع الحفر المستخدمة .



(شكل ٨) بعض قواطع الحفر المستخدمة

ويصنع المسمار من الصلب الدائرى أو المسدس الشكل ويتراوح قطره ما بين ١٨ — ٣٠مم .

ويبين شكل (٩) آلة الرفع (الونش) الذى يعمل بالهواء المضغوط وتستعمل فى الرفع من المستويات المختلفة وهناك آلات أخرى كثيرة تعمل بالهواء المضغوط مثل القاطرات والمصابيح وآلات الورش وغير ذلك .



(شكل ٩) آلة الرفع (الونش)

تفجير الصخور

اكتشفت المفرقعات فى عام ١٨٦٧ م ومنذ ذلك التاريخ أصبح استخدامها من أهم العوامل التى ساعدت على تقدم صناعة التعدين وتسهيل تكسير وتفجير الصخور وفى السنوات القليلة الماضية بدأ استخدام المفرقعات النووية فى أعمال التعدين والأعمال الإنشائية الكبرى على نطاق ضيق .

والمفرقعات عادة هى خليط من المواد الكيمائية تتفاعل مع بعضها بمجرد خلق الظروف الملائمة لتفاعلها (غالباً الإشعال) وينتج من هذا التفاعل كمية ضخمة من الغازات ذات ضغط مرتفع ويعتبر ضغط الغازات العامل الأساسى فى تفتيت الصخور .

التفجير :

إن ضغط الغاز يتناسب عكسيًّا مع حجمه وطرديًّا مع درجة الحرارة . وبما أن كمية المفرقعات توضع عاده فى الثقوب التى تحفر فى الصخور وهى ذات حجم ثابت فإن الغازات المتولدة تكون ذات ضغط مرتفع يرجع إلى سرعة التفاعل وضخامة كمية الغازات المتولدة فى حجم الثقب الضيق .

ويحدث نتيجة تولد هذه الكمية الضخمة من الغازات والطاقة الحرارية المصاحبة للتفاعل ما يلى :

١ ــ يولد الضغط المرتفع للغازات موجات من الإجهادات تؤثر على الصخور المحيطة .

٢ ــ تنهار الصخور المحيطة بالثقب والتى لا تتحمل ضغط الغازات .

٣ ــ نتيجة لامتصاص جزء من الطاقة فى عملية انهيار الصخور ومعاناة موجات الإجهاد للانعكاس والإنكسار تقل قوة موجات الإجهاد كلما بعدنا عن مكان الانفجار . وتستمر عملية انهيار الصخور حتى تصبح قوة احتمال الصخور أكبر من قوة موجات الإجهاد إلا أنها تعانى التشقق الذى يقل كلما بعدنا عن مكان الانفجار .

٤ ــ حيث إن واجهة التشغيل تحتوى عادة على عدة ثقوب يمكن حساب موجات الإجهاد المتولدة من كل شحنة من المتفجرات . ومدى تأثير بعضها على البعض الآخر وبناء على ذلك يمكن وضع ترتيب خاص لتفجير الثقوب المختلفة ويعرف هذا الترتيب باسم دائرة التفجير ويراعى فى هذا النظام الحصول على أكبر قدر من الصخور المنهارة بأقل قدر من المفرقعات .

تركيب المفرقعات

يعتبر النيتروجلسرين والقطن المشبع بالنيتروجلسرين ونترات النشادر من أهم المواد التى تتركب منها المفرقعات وقد تمكن الفريد نوبل فى ١٨٦٧ م من تركيب أول مادة مفرقعة بامتصاص النيتروجلسرين فى مادة الدياتوميت التى لم تعد تستعمل الآن ويستخدم بدلا منها بعض المواد الكربونية مثل الخشب والنشا والدقيق أو خليط منها . كما تستعمل بعض المواد الماصة للنيتروجلسرين وتضاف أيضاً بعض المواد التى تتحمل درجات الحرارة المنخفضة لمنعها من التجمد وفيما يلى بعض أنواع المفرقات :

١ ــ البارود الأسود :

يتكون من خليط من الكبريت والفحم ونترات الصوديوم أو البوتاسيوم ويضاف إليه الجرافيت لتحسين القابلية للاشتعال ويستعمل فى الحالات التى لا تحتاج إلى قوة انفجار

شديدة وهو شائع الاستعمال فى المحاجر والمناجم التى لا تحتوى على غازات قابلة للاشتعال ومن عيوب هذا النوع أن استعمال نترات الصوديوم التى تمتص الرطوبه تؤدى إلى سرعة تلفه ويمثل التفاعل بالمعادلة الآتية .

١٠ كبريت + ٣٠ كربون + ٢٠ نترات بوتاسيوم =

٦ كربونات بوتاسيوم + ٣ كبريتيدبوتاسيوم

+١٤ ثانى أكسيد الكربون + ١٠ أول أكسيد الكربون

+١٠ نتروجين + كبريتات بوتاسيوم

٢ – الديناميت :

توجد أنواع كثيرة من الديناميت تختلف باختلاف المادة الفعالة والمواد المؤكسدة ونسبها وأهم هذه الأنواع هى :

(ا) النيتروجلسرين المخلوط بمواد كربونية وبعض المواد الأخرى كالخشب .

(ب) النيتروجلسرين والنيتروكوتون وبعض المواد الأخرى كالدقيق .

(حـ) نترات النشادر والنيتروجلسرين بنسبه (١٠ – ١٥٪) نيتروجلسرين (٦٠ – ٨٠٪) نترات النشادر وبعض المواد الكربونية الأخرى ..

النيتروجلسرين : ك$_{٣}$ يد$_{٥}$ (ن ا$_{٣}$)

ينتج النيتروجلسرين من خلط حامض الكبريتيك وحامض النيتريك مع الجلسرين ويعزى استخدام حامض الكبريتيك لامتصاص الماء الموجود فقط ويمكن التعبير عن الانفجار بالمعادلة الآتية :

٤ ك$_{٣}$ يد$_{٥}$ (ن ا$_{٣}$)$_{٣}$ = ١٢ ك ا$_{٢}$ + ١٠ يد$_{٢}$ ا + ٦ ن$_{٢}$ + ا$_{٢}$ + حرارة التفاعل

نترات النشادر : (ن يد$_{٤}$ ن ا$_{٣}$) :

اتجه التفكير إلى استخدام هذا النوع فى منتصف القرن العشرين عندما وجد أنه يمكن تفجير نترات النشادر بعد خلطها بكمية مناسبة من الفحم المطحون أوبزيت البترول

ويمكن التعبير عن تفاعل الانفجار بالمعادلات الآتية : فى حالة إضافة الفحم :

$$٢\ ن\ يد_{٤}\ ن\ أ_{٣} + ك = ٢\ ن_{٣} + ٤\ يد_{٢}\ أ + ك\ أ_{٢}$$

فى حالة إضافة زيت البترول :

$$٣\ ن\ يد_{٤}\ أ_{٣} + ك\ يد_{٢} = ٣\ ن_{٢} + ٧\ يد_{٢}\ أ + ك\ أ_{٢}$$

الأكسجين السائل :

ما زال هذا النوع يستخدم بكفاءة فى المناجم المكشوفة ويتكون من خرطوشة تحتوى على حبيبات من المواد الكربونية تغمس فى الأكسجين السائل ثم توضع فى الثقوب وتفجر بواسطة البادئات المناسبة .

إيردوكس :

يستخدم هذا النوع فى المناجم التى تحتوى على غازات قابلة للاشتعال وخصوصاً مناجم الفحم .

الكاردوكس :

ويتكون هذا النوع من غاز ثانى أكسيد الكربون السائل والمعبأ تحت ضغط ١٤٠ كجم / سم٢ ودرجة حرارة الصفر المئوى وتوضع بعض المواد الكربونية أو المواد الموصلة للحرارة أو المنتجة لها عند اشتعالها وعند تحول ثانى أكسيد الكربون من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية فى زمن قصير ينتج عن ذلك ضغط كبير يؤدى إلى عملية التفتيت المطلوبة .

الكبسولات :

إن تفجير المفرقعات ذات الكفاءة المنخفضة كالبارود يحتاج إلى فتيل أو أى لهب لإشعاله أما المفرقعات ذات الكفاءة العالية فتحتاج إلى بادئ قوى لعملية الانفجار ويتكون هذا البادئ عادة من مادة سريعة الانفجار بواسطة موجة حرارية فتسبب بدورها عملية الانفجار الكاملة ومن أهم المواد المستخدمة فلمنات الزئبق المخلوطة مع بلورات البوتاسيوم ويعبأ الخليط فى عبوات صغيرة تعرف باسم الكبسولة وهناك أنواع كثيرة من الكبسولات تختلف تبعاً لطريقة الإشعال فالكبسولات التى تشعل بالتيار الكهربى تسمى الكبسولات الكهربية

ومنها الكبسولات الكهربية اللحظية تشتعل بمجرد مرور التيار الكهربى ومنها ما يشتعل بعد مرور التيار بزمن محدد ويسمى الكبسولات الكهربية الموقوتة وهناك كبسولات تشتعل بمجرد وصول لهب لها وتسمى كبسولات عادية .

الفتيل :

يتكون فتيل الأمان من مسحوق موزع بانتظام ومغطى بثلاث طبقات واقيه لا تتأثر بالرطوبة ويحترق هذا المسحوق بسرعة منتظمة ويتم توصيل طرف الفتيل بالكبسولة ، ثم يتم إشعال الطرف الآخر والابتعاد عن المكان قبل وصول الاشتعال للكبسولة التى تحدث الانفجار .

تخزين المفرقعات :

يجب أن تتوفر العوامل الآتية فى أماكن تخزين المفرقعات .

١ ــ الجفاف .

٢ ــ التهوية الجيدة .

٣ ــ عدم قابلية المخزن للاشتعال .

٤ ــ أن يكون بعيداً عن المناطق الآهلة بالسكان أو المنشآت العامة بمسافة مناسبة لتقليل خطر الانفجارات المفاجئة .

٥ ــ يفضل أن يبنى مخزن المفرقعات من الاحجار والاخشاب والرمال وتكون الأسقف غير مثبتة وفى بعض الأحيان تنشأ مخازن المفرقعات تحت سطح الأرض فى مغارات خاصة .

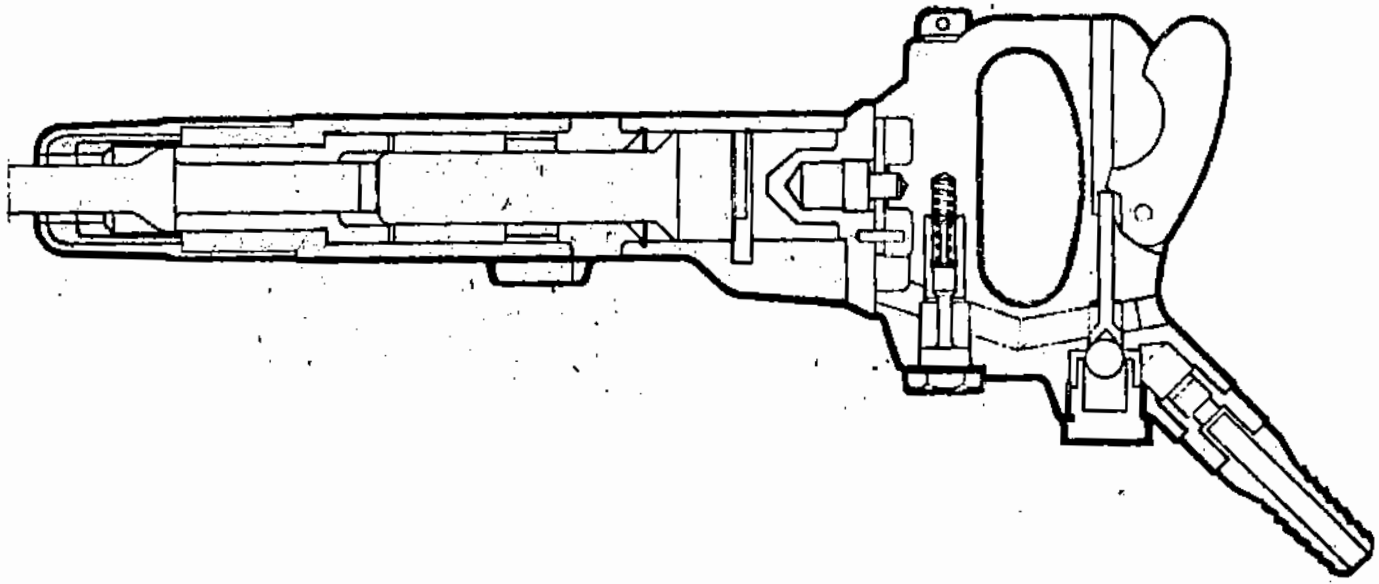
٦ ــ يخصص مكان للديناميت أو المفرقعات منفصل تماماً عن مكان الكبسولة والفتيل .

٧ ــ عدم تخزين الفتيل فى أماكن حارة .

وعند نقل المفرقعات يجب مراعاة الآتى :

١ ــ عدم نقل المفرقعات قريباً من المواد المشتعلة .

٢ ــ عدم السماح بالتدخين عند نقل المفرقعات .



(شكل ١٠) الأجزاء الرئيسية لآلة التثقيب

٣ ــ نقل المفرقعات فى صناديق محكمة .

٤ ــ عدم استعمال العنف عند فتح صناديق المفرقعات .

حفر ثقوب التفجير :

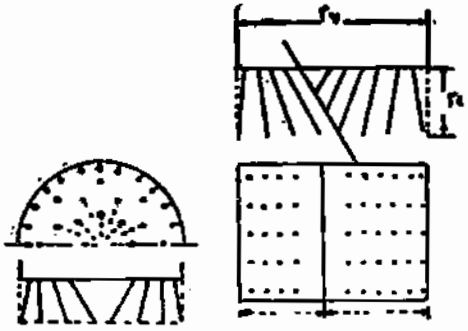
تستخدم طرق كثيرة لحفر الثقوب التى تعبأ بعد ذلك بالمفرقعات وتسد بإحكام قبل تفجيرها لتكسير وتفتيت الصخور ، عند التثقيب اليدوى تستخدم البريمة وهى تشبه المثقاب أما الطرق الميكانيكية فتستخدم فيها آلات التثقيب التى تدار عادة بالهواء المضغوط ويبين شكل(١٠) الأجزاء الرئيسية لهذه الآلة .

وتحفر الثقوب فى نظام وترتيب معين طبقاً للغرض المطلوب كما هو الحال فى واجهات التشغيل وفى الانفاق والآبار والممرات ويطلق على كل مجموعة من الثقوب دائرة التفجير ويتوقف إبعاد الثقوب وتوزيعها على مقدار شحنة المتفجرات المستخدمة ونوعها وصلابة الصخور المطلوب تكسيرها وعدد الواجهات الظاهرة وعمق مكان التفجير ومقدار التقدم المطلوب وحجم ومقاسات الفتحات .

دوائر التفجير :

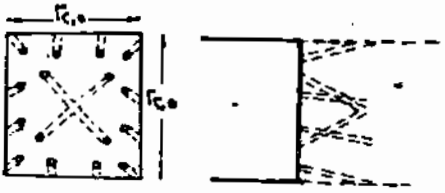
فى الأنفاق والآبار والممرات لا توجد غير واجهة واحدة ظاهرة مما يسبب تعدد تصميمات دوائر التفجير وزوايا ميل الثقوب وعمقها وترتيب تفجيرها .

وتشترك معظم التصميمات بالبدء عادة بقطع على شكل هوى أو مروحى أو بشكل يشبه بلورة الماس وقد يكون على شكل ٧ أو شكل خابور ويبين الشكل (١١) بعض التصميمات والغرض الأساسى هو تجهيز أكثر من واجهة ظاهرة مما يساعد على زيادة كفاءة المفرقعات وشكل (١٢) يبين بعض التصميمات المستخدمة فى حفر الآبار ، كما يبين شكل (١٣) بعض التصميمات المستخدمة فى واجهات الاستخراج .



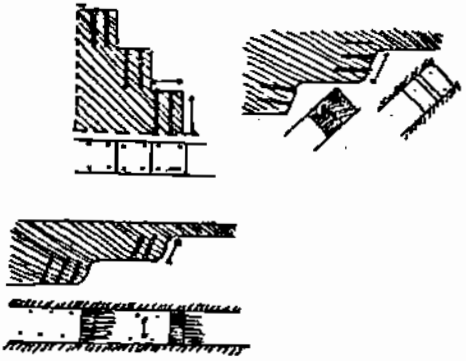
(شكل ١٢)

بعض تصميمات دوائر التفجير فى الآبار



(شكل ١١)

أحد أشكال دوائر التفجير فى الممرات الأفقية



(شكل ١٣) دوائر التفجير فى واجهات الاستخراج

شحن الثقوب وإشعالها

تشحن الثقوب عادة بالمفرقعات بطريقة الدك وقد دلت التجارب والخبرة على أنه إذا كانت درجة دك المفرقعات فى الثقوب قليلة فإن ذلك يؤثر على فاعليتها ولزيادة الفاعلية تستخدم خراطيش حتى يمكن تحت تأثير عملية الدك أن تملأ الشحنة فراغ الثقب تماماً وتتم عملية الدك باستخدام قضيب من الخشب يتناسب طوله وقطره مع قطر وطول الثقب ويسد الثقب بخراطيش معبأة بالطمى والرمل وذلك لسد الثقب بالمفرقعات وفى بعض الأحيان يستخدم الهواء المضغوط لشحن الثقوب بالمتفجرات .

والطريقة العامة لشحن وحشو الثقب بالمتفجرات تتكون من الخطوات الآتية :

تثبت الكبسولة فى الخرطوشة البادئة سواء كانت الكبسولة كهربية أو عادية وذلك بعد وصلها بفتيل الأمان ويجب مراعاة أن تتجه نهاية الكبسولة المقفلة نحو الشحنة . « وتتخذ الاحتياطات حتى لا تتحرك الكبسولة أو تتعرض لقضيب الدك وذلك بلف الخرطوشة بقطعة من الورق أو ربطها كما هو موضح بالشكل (١٤) .

(شكل ١٤) طرق تثبيت الكبسولة فى الديناميت

وتوضع الخرطوشة الحاوية للكبسولة فى الثقب (وفى العادة تكون الثانية من الداخل) وتثبت فى مكانها ويجب أن يكون فتيل الأمان ظاهراً من الثقب بطول متر على الأقل وبعد ذلك توضع باقى الشحنة ثم السدادة وتبدأ عملية الدك ، وبعد عملية شحن الثقوب فى دائرة التفجير يبدأ إشعالها عن طريق إشعال طرف فتيل الأمان الظاهر خارج الثقب أو عن طريق التيار الكهربى إذا كانت الكبسولات كهربية وفى هذه الحالة يتم توصيلها على التوالى أو التوازى أو كليهما حتى يمكن إشعال جميع الثقوب بمصدر كهربى واحد .

وعند شحن وإشعال الثقوب يجب مراعاة الآتى :

١ ــ عدم استعمال قضبان معدنية فى عملية الدك .

٢ ــ عدم استعمال العنف عند وضع الخرطوشة الحاوية للكبسولة .

٣ ــ عند تثبيت الكبسولة والفتيل يجب استخدام القصافة المخصصة لذلك . .

٤ ــ عدم استخدام الكبسولات الكهربية الغير معزولة فى الأماكن الرطبة أو المبللة

٥ ــ استخدام الطول المناسب من فتيل الأمان .

٦ ــ التأكد من خلو مكان التفجير من العمل .

٧ ــ عند العودة إلى حفر ثقوب فى نفس الواجهة يجب التأكد من عدم وجود شحنات سابقة لم تنفجر .

الدعائم

خواص الصخور :

بالرغم من أن التركيب الكيميائى للصخور قد يكون متشابهاً إلا أن الشوائب الموجودة فى الصخور والظروف التى تكونت فيها ومدى تجانسها لها أثر كبير فى تحديد قيم الثوابت الطبيعية والميكانيكية اللازمة لتصميم عمليات التعدين وغيرها من المنشآت المنجمية . ويتم تحديد تلك القيم عن طريق التجارب حيث إنها الطريق السهل للوصول إلى بعض القيم المطلوبة إلا أن النظريات بالميكانيكا وخواص المواد قد استخدمت لإيجاد الحلول النظرية لبعض المشكلات التى لم يؤد الحل التجريبى فيها إلى نتائج طيبة وكانت هذه بداية وضع الأسس العلمية لميكانيكا الصخور وليس مجال هذا الكتاب مناقشة كافة النظريات والأسس لذلك فسوف يقتصر الكلام على أهم الخواص وتعريفها .

أولاً : الخواص البتروجرافية : وهى التى تحدد التركيب المعدنى للصخور وحجم الحبيبات وكيفية ترسبها وتبلورها وقوة تماسكها .

ثانياً : خواص المرونة : وهى التى توضح سلوك الصخور تحت تأثير القوى الخارجية أو تحت تأثير الإجهادات التى تنشأ نتيجة لحالة الإخلال بالاتزان الاستاتيكى عن طريق العمليات المنجمية وأهم هذه الخواص هى :

١ ــ معامل ينج : وهو خارج قسمة الإجهاد المؤثر على مقدار الاستطالة الناتجة .

٢ ــ نسبة بواسون : وهى النسبة بين مقدار الاستطالة فى اتجاه تأثير القوة والاتجاه العمودى عليه .

٣ ــ معامل الجمودة : ويعرف بمقدرة المادة الصلبة على مقاومة التغيير تحت تأثير القوى الخارجية .

٤ ــ قوة التحمل وتعرف بأنها قدرة الصخور على تحمل الإجهادات الناشئة من تأثير القوى الخارجية أو الداخلية كالتمدد وتختلف هذه القدرة باختلاف نوع الإجهاد فمقاومة الصخور للشد أقل بكثير من قوة تحملها للضغط .

ثالثاً ــ الخواص الحجمية : وأهمها :

١ ــ المسامية الظاهرية وتعرف بأنها النسبة بين حجم الفراغات الموجودة بين حبيبات الصخر والحجم الكلى له .

٢ ــ الوزن النوعى الظاهرى وهو النسبة بين وزن حجم معين من الصخر ووزن نفس الحجم من الماء .

وهناك خواص أخرى لها أهميتها فى تصميم عمليات التعدين المختلفة مثل معامل زيادة حجم الصخور بعد تكسيرها ومعامل المسامية وغيرها .

الغرض من الدعائم :

تعانى الصخور نوعاً من الإجهاد نتيجة للجاذبية الأرضية واختلاف درجات الحرارة والعمليات الكيمائية التى تحدثها الغازات والمحاليل الموجودة بباطن الأرض وضغط الغازات التى قد تتسرب خلال الفوالق والشقوق الموجودة فى القشرة الأرضية . وتنشأ بين القوى الناتجة من هذه العوامل والقوى الخارجية المؤثرة حالة من الاستقرار تسمى الاتزان الاستاتيكى . ولما كانت العمليات المنجمية هى فى ذاتها إخلال بهذا الاتزان كان لابد من إعادة الصخور إلى حالتها الأولى .

ولتصميم الدعائم اللازمة لمنطقة العمل تتفق معظم النظريات على أن أجزاء الصخور المجاورة للفتحات المنجمية تكون خالية من الإجهادات نتيجة لأن الصخور تساند بعضها البعض بعد أن يصيبها الانهيار حتى تصل إلى حالة من الاتزان وتعرف هذه بالخاصية العقدية .

وتختلف حالات الانهيار فى المنشآت المنجمية ودرجتها تبعاً لاختلاف الخواص الطبيعية والميكانيكية وكذلك أبعاد منطقة العمل وعمقها وعلى ذلك يختلف الغرض من إنشاء الدعائم طبقاً لمستلزمات كل منطقة . وتصمم الدعائم عادة لمقاومة الضغوط الجانبية

والأحمال الناتجة عن وزن الطبقات الملاصقة لسقف الفتحة المنجمية وليس لمقاومة الأحمال الناتجة عن جميع الطبقات التى فوقها .

أنواع الدعائم : أهم أنواع الدعائم هى :

١ ــ أعمدة الخام

٢ ــ الدعائم الخشبية

٣ ــ الدعائم المعدنية .

٤ ــ الدعائم الخرسانية .

٥ ــ الدعائم الحجرية .

أولاً ــ أعمدة الخام :

يختلف تصميم الدعائم فى المناجم عنه فى حالة المنشأة المدنية حيث تكون الأحمال معروفة لدرجة كبيرة من الدقه بعكس حاله المناجم حيث تكون قيم القوى غير مؤكدة وتقدر لها قيمة تقريبية .

وتعتبر أعمدة الخام من أهم أنواع الدعائم المستخدمة فى المناجم حيث تترك أجزاء من الخام أثناء عملية الاستخراج على هيئة أعمدة لتكون بمثابة دعائم وتحدد أبعاد هذه الأعمدة وأشكالها والمسافات بين كل عمود طبقاً للخبرة العملية المكتسبة . إلا أنه بعد استخدام النظريات الحديثة فى دراسة طبيعة وميكانيكية الصخور وسلوكها تحت تأثير الأحمال المختلفة فقد أمكن حساب أبعاد الأعمدة والمسافات بينها لدرجة لا بأس بها من الدقة .

وكمثال لطرق حساب أبعاد العمود طبقاً للخبرة المكتسبة فى مناجم الفحم فإن .

$$س \times ص = ؟ \left(ب + ن \frac{ل^{٢}}{م} \right)$$

حيث س = المسافة بين مركزى فجوتين متتاليتين

ص = العمق

ن ، ب ، ا = مقادير ثابتة تتوقف قيمتها على الخواص الميكانيكية للصخور

ل = عرض العمود

م = ارتفاع الفجوة

ولحساب المسافة بين عمودى الخام يمكن استعمال القانون الآتى :

$$ف = \sqrt{\frac{٢ \times ق}{ت . ح . ك}}$$

حيث ف = المسافه بين العمودين

م = ارتفاع الفجوة

ح = الوزن النوعى

ث = الكثافة

ق = قوة الشد للصخر

ك = الكتلة

ثانياً ـ الدعائم الخشبية :

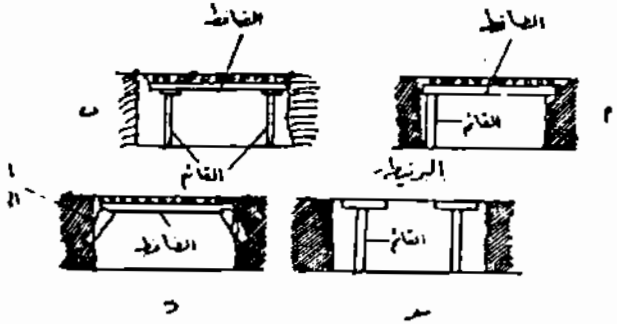
يعتبر الخشب من المواد الهامة التى تدخل فى صناعة الدعائم خصوصاً الأخشاب ذات التيلة الطويلة حيث تتوفر فيها المتانة والمرونة فضلا عن أنها تنثنى تحت تأثير القوى الكبيرة وتعطى صوتاً خاصاً قبل أن تنكسر وتعطى بذلك إنذاراً للعمال قبل وقوع خطر الانهيار .

أنواع الدعائم الخشبية :

يتوقف نوع الدعائم الخشبية وتصميمها على الظروف السائدة فى مكان استخدامها وعلى الأخص الغرض من إنشاء الدعامة والظروف الجيولوجية ونوع الإجهادات الموجودة وتوزيعها وكثافة العمل والآلات اللازمة لإنجازه .

١ ــ الدعائم ذات القطعة الواحدة

يتكون هذا النوع كما هو مبين فى الشكل (١٥) من قطعة خشبية رأسية تعرف بالقائم وقطعة أخرى تستخدم لتثبيت القائم تسمى الغطاء ويستخدم هذا النوع فى واجهات التشغيل وبعض الممرات الصاعدة والهابطة .



(شكل ١٥) الدعائم الخشبية

٢ ــ الدعائم ذات القطعتين

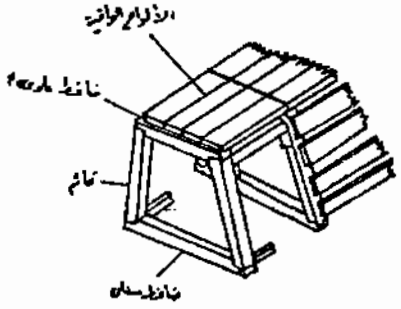
يتكون هذا النوع كما هو مبين فى شكل (١٥) من ضاغط يستقر من أحد جانبيه على قائم ومثبت من الجهة الأخرى فى الجانب الصخرى المنجمية وتوضع الخوابير الخشبية بين الضاغط وسقف الفتحة المنجمية وجوانبه لتثبيت الدعامة .

٣ ــ الدعائم ذات الثلاث قطع

يتكون هذا النوع كما هو مبين فى (شكل١٥) من قائمين وضاغط والغرض من الضاغط فى هذا النوع هو تحميل الأثقال الناتجة من ضغوط السقف وتوزيعها على القائمين اللذين ينقلانها بدورهما إلى أرضية الفتحة المنجمية بذا يتم حماية الفتحة المنجمية من الانهيار . وعندما تكون أرضية الفتحة المنجمية من النوع الذى لا يتحمل الثقل توضع لوحة مستوية من الخشب تحت القائمين لتوزيع الثقل على الأرضية وتسمى هذه اللوحة فرشة ويكثر استخدام هذا النوع فى الفتحات المنجمية مثل الممرات الأفقية .

٤ ــ الدعائم ذات الأربع قطع

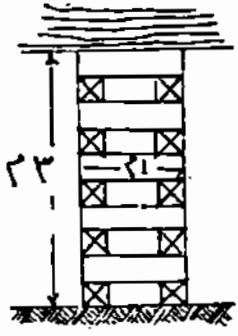
يتكون هذا النوع كما هو مبين فى شكل (١٦) من قائمين وضاغط علوى وضاغط سفلى ويستخدم هذا النوع لمقاومة الضغوط الناتجة من أرضية الفتحة المنجمية .



(شكل ١٦) الدعائم ذات الأربع قطع

٥ ــ العامود المسقف

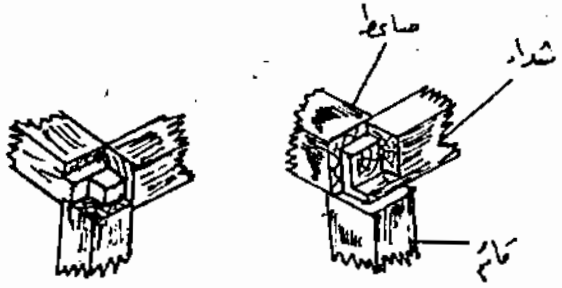
يتم إنشاء هذا النوع المبين فى شكل (١٧) بوضع قطعتين من الخشب مقطعها مربع أو مستدير على أرضية الفتحة المنجمية وتوضع فوقهما قطعتين فى اتجاه متقاطع مع الاتجاه الأول وتكرر هذه العملية حتى نحصل على الارتفاع المطلوب ويمكن استخدام الخوابير الخشبية لتثبيت أطراف العمود كما يمكن ملء الفراغ الموجود بين كتل الخشب بالأحجار لزيادة قوة تحمله ويكثر استخدام هذا النوع فى الفتحات المنجمية مثل المداخل وحجرات التشغيل وواجهات التشغيل الطويلة .



(شكل ١٧) العامود المسقف

٦ ــ الدعائم ذات الوحدات المربعة المتكررة

تتكون الوحدة الرئيسية لهذا النوع من قائمين وضاغط علوى وضاغط سفلى تتكرر على مسافات متساوية وتتصل كل وحدة بالتالية بواسطة شدادات ويبين شكل (١٨) ركن تقابل القائم والضاغط والشداد ويستخدم هذا النوع فى تدعيم الممرات المنجمية التى تحتاج إلى تدعيم قوى .



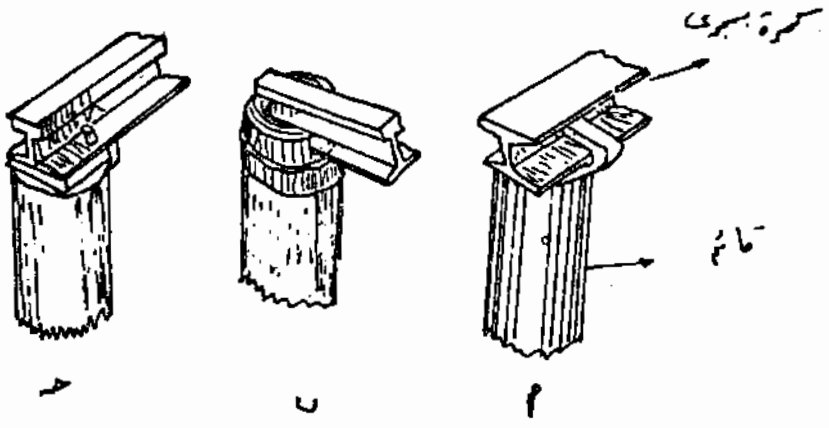
(شكل ١٨) دعائم متكررة الوحدات

ثالثاً ــ الدعائم المعدنية :

تستخدم قطاعات الصلب كدعائم فى الفتحات المنجمية وذلك لأنها قوية ومتينة ويمكن استخدامها لمدة طويلة وغير قابلة للاشتعال كما وأن تكاليفها أقل بكثير من مثيلاتها من الأنواع الأخرى بالرغم من ارتفاع ثمنها .

وذلك بالإضافة إلى سهولة فكها وتركيبها وهناك عدة أنواع من الدعامات المعدنية أهمها :

١ ــ الدعائم ذات القطعة الواحدة والقطعتين والثلاث قطع يستخدم هذا النوع فى نفس الأعراض التى تستخدم فيها مثيلاتها الخشبية إلا أنها تفوقها فى تحملها للضغوط الرأسية والجانبية وتدوم لمدة أطول ويبين شكل (١٩) بعض هذه الدعائم وهى مكونة من قطاعات من الصلب تتصل ببعضها بواسطة مسامير البرشام أو الصواميل .



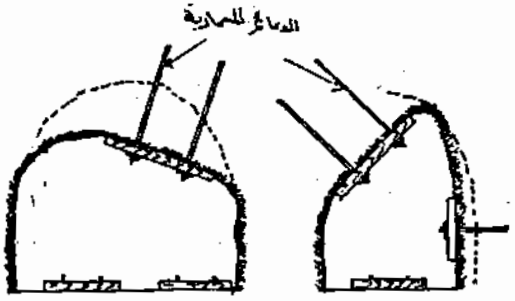
(شكل ١٩) دعائم معدنية مثبتة على أعمدة خشبية

٢ ــ العقود المعدنية المتحركة :

هى نوع من الدعائم المعدنية تستخدم فى أماكن التشغيل حيث يكون ضغط الطبقات غير ثابت مع احتمال زيادته بدرجة تنذر بالخطر وتختلف عن غيرها فى أنه يمكن أن تتحرك عند زيادة الضغط الواقع عليها دون أن تنهار وهذا يكسبها القدرة على مقاومة الضغط المتزايد حتى تصل الصخور إلى حاله الاتزان وحينئذ يمكن استخدام الدعائم الثابتة إذا تطلب الأمر .

٣ ــ الدعائم المسمارية :

يزداد استخدام هذا النوع من الدعائم نظراً لكفاءته فى مقاومة ترييح سقوف المغارات وتثبيت قطع الصخور الكبيرة الآيلة للسقوط وتتلخص فكرة هذا النوع من الدعائم فى أن المسامير تقوم بربط الصخور ببعضها مما يزيد فى قوة الاحتكاك بينها ومن ثم يمنع ترييحها أوسقوطها ويبين الشكل (٢٠) هذا النوع من الدعائم الذى يتكون من مسامير أو أسياخ من الصلب بطول مناسب وينتهى الطرف الظاهر بقلاووظ يركب عليه صامولة ويملأ الفراغ حول المسمار بلدائن خاصة فيقوم بربط الصخور وأداء المطلوب .



(شكل ٢٠) الدعائم المعدنية

الدعائم الخرسانية :

يزداد استخدام الدعائم الخرسانية فى أعمال التعدين وتعتبر الخرسانة المسلحة من أنسب المواد لصنع الدعائم نظراً لأنها تتحمل قوة الضغط وكذلك الشد وبالرغم من ارتفاع تكاليفها الأولية إلا أن التكاليف النهائية كدعائم ثابتة أقل بكثير من الأنواع الأخرى لأنها لا تحتاج إلى صيانة دائمة . ويمكن استخدام قضبان الديكوفيل والكابلات فى تسليح الخرسانة إذا تعذر الحصول على أسياخ التسليح أو فى حالة ارتفاع تكاليفها وتستخدم الدعائم الخرسانية للمميزات الآتية :

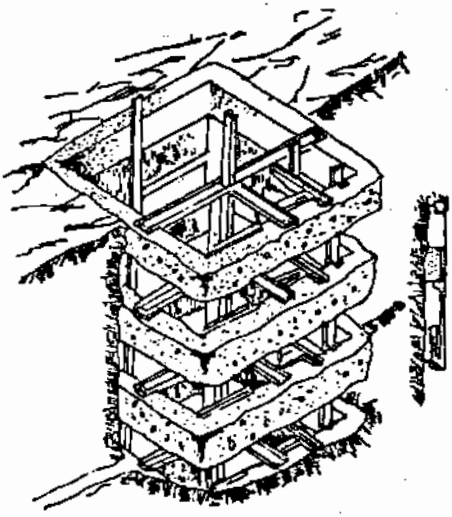
١ ــ عندما يتطلب الأمر استعمال دعائم ثابتة لمدة طويلة .

٢ ــ لا تحتاج إلى صيانة كبيرة مستمرة .

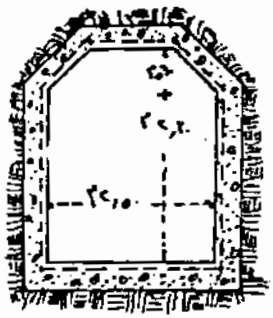
٣ ــ يمكن لها أن تقاوم الضغط والشد لمدة طويلة .

تعطى سطوحاً لا تعوق عمليات التهوية أو النقل ويبين شكل (٢١) الدعائم الخرسانية المستخدمة فى آبار المناجم .

ويبين شكل (٢٢) الدعائم الخرسانية المستخدمة فى الممرات الأفقية .



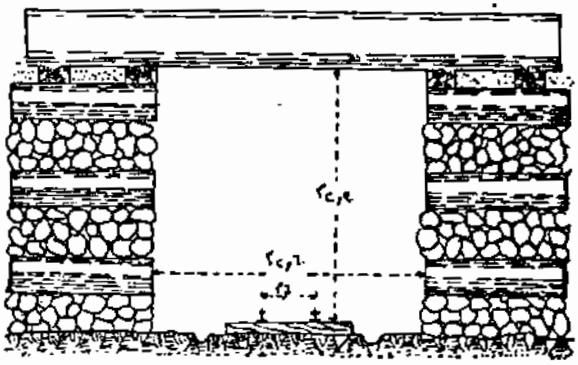
(شكل ٢١)
الدعائم الخرسانية فى الآبار الرأسية



(شكل ٢٢)
الدعائم الخرسانية فى الممرات الأفقية

رابعاً ـ الدعائم الحجرية :

يمتاز هذا النوع من الدعائم بقلة تكاليفه حيث إن الأحجار اللازمة لإنشائه تكون قريبة من منطقة العمل وغالباً ما تستخدم الأحجار والأخشاب فى إقامتها سواء كان ذلك فى واجهات التشغيل أو الممرات أو الحجرات الواسعة ويبين شكل (٢٣) هذا النوع من الدعائم ويمكن أن تستخدم الطرق الهيدروليكية لملء الفتحات بالصخور أو المواد الأخرى التى ليست لها قيمه «وتخلط بالطمى والرمال التى تقوم بعملية تماسك قطع الأحجار بعد خلطها بالماء ويكثر استخدام هذا النوع فى مناجم الفحم ذات واجهات التشغيل الطويلة.



(شكل ٢٣) الدعائم الحجرية (الكراسى)