الفصل السادس

تجهيز رواسب الخامات وطرق استخراجها

تجرى عمليات التعدين طبقا لخطة موضوعة وترتيب معين، ويعتبر هذا الترتيب ضروريًا حيث إن عدداً محدوداً من العمال يمكنهم العمل فى مكان معين لاستخراج كمية محددة من الخام، وإذا تطلب الأمر زيادة الإنتاج يلزم إعداد مجموعات أخرى تعمل على التوالى بحيث لا يتعارض عمل كل منها مع عمل المجموعة الأخرى وهنا تظهر أهمية التجهيز للاستخراج، فمن خلال الفتحة المنجمية الواحدة يمكن نقل كمية محدودة من الخام والمواد اللازمة لأعمال التعدين ومرور كمية الهواء اللازمة لحياة العاملين بالمنجم، ولذلك فإن زيادة الإنتاج تستلزم زيادة عدد الفتحات المنجمية التى يجب أن تعمل بنظام خاص يسمح بوصول كل مجموعة إلى مكان عملها بسهولة .

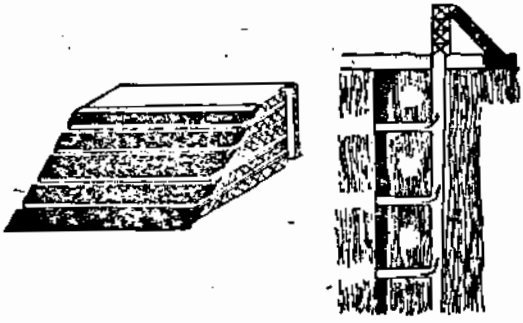
ويساهم التجهيز فى التعرف على أبعاد الخام وشكله ووصفه وخواصه الطبيعية وعاده لا يتأجل الاستخراج حتى تتم عمليات التجهيز بالكامل، بل إن عمليات التجهيز تتقدم عمليات الاستخراج بمسافة قصيرة وتعرف هذه الطريقة بالطريقة التقدمية ، وهناك طريقة عكسية تستلزم عمل مقدار كبير من التجهيز قبل بدء الاستخراج وتعرف بالطريقة التقهقرية، ويفضل عادة عمل فتحات التجهيز مثل الممرات والتقاطع فى الخام نفسه حتى يكون العمل منتجاً وتقل التكاليف ويعرف هذا النوع بالتجهيز المنتج وأحيانا تكون الفتحات فى الصخر الخام ويسمى فى هذه الحالة بالتجهيز غير المنتج .

وأعمال التجهيز تشمل عادة تقسيم المنجم إلى مناطق تستغل الواحدة تلو الأخرى تبعا للخطة الموضوعة والغرض من هذا التقسيم هو أن تكون كل منطقة وحدة قائمة بذاتها يمكن استغلالها على حدة، ولها ممر خاص للمواصلات، وتزود بعدد معين من العمال يكون مسئولا عن العمل والإنتاج فيها . ويراعى فى التقسيم سهولة الوصول إلى كل منطقة على حده وكفاية التهوية وسهولة نقل المواد والمعدات المطلوبة للعمل فيها وتحدد الطريقة المستعملة فى

الاستخراج طريقة التجهيز وطبيعة التقسيم إلى مناطق، ويراعى فى عملية التجهيز القواعد العامة الآتية :

القاعدة الأولى :

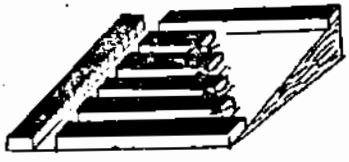
يقسم الخام إلى مناطق منفصلة فى الاتجاه الرأسى بواسطة عمل ممرات قاطعه تبدأ من بئر المنجم ثم تعمل فتحات أفقية من هذه الممرات القاطعة فى الخام وتستغل كل منطقة مبتدئين عادة من أعلى إلى أسفل كما هو مبين فى (شكل ٣٥) . وذلك لأن نفقات عمل البئر تكون عادة مرتفعة، ولذلك يبدأ الاستخراج من المنطقة الأولى فى نفس الوقت الذى يتقدم فيه العمل فى البئر ، ومن الضرورى ترك أعمدة لحماية الفتحات من الانهيار .



(شكل ٣٥) تقسيم الخام بواسطة القواطع

القاعدة الثانية :

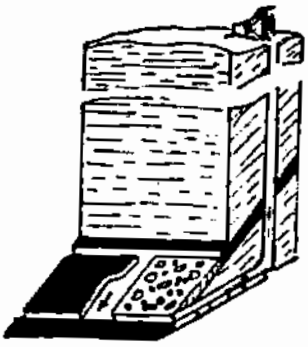
يقسم الخام بواسطة الفتحات إلى مناطق بعضها فوق بعض ، ويبدأ الاستخراج فى كل منطقة إما على طول المضرب أو فى اتجاه الميل كما هو مبين فى (شكل ٣٦) .



(شكل ٣٦) تقسيم الخام بواسطة الفتحات الأفقية

القاعدة الثالثة :

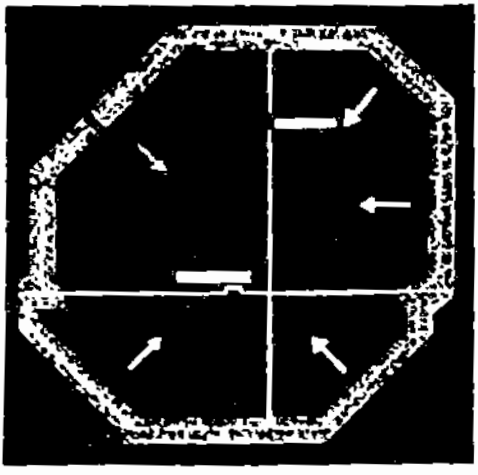
توضع خطة التجهيز إلى أسفل وينقل الخام الذى يتم استخراجه من مناطق مختلفة إلى أسفل ثم ينقل عبر الممرات القاطعة إلى البئر حيث يتم رفعه إلى سطح الأرض . وعندما يكون ميل الخام كبيراً يترك الخام ليسقط بفعل الجاذبية إلى الدور السفلى ثم ينقل عبر الممرات القاطعة إلى البئر يرفعه كما هو مبين فى (شكل ٣٧) .



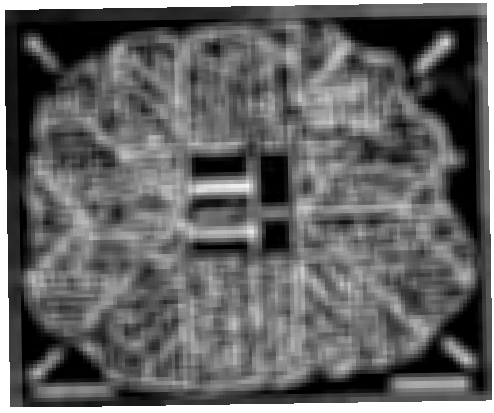
(شكل ٣٧) طريقة نقل الخام من المنجم إلى السطح

القاعدة الرابعة :

يراعى فى تجهيز المنجم أن الاستخراج يتم بطريقة التقهقر ، أى أن عملية الاستخراج تتم فى المناطق المختلفة فى اتجاه أفقى من أطراف المنطقة فى اتجاه البئر أو فى الاتجاه العكسى الذى يعرف بالطريقة المتقدمة ، أى من البئر إلى أطراف المنطقة كما هو مبين فى الشكلين (٣٨) ، (٣٩) .



(شكل ٣٨) الاستخراج بطريقة التقهقر



(شكل ٣٩) الاستخراج بالطريقة التقدمية

ومن مزايا طريقة التقهقر أن البئر يكون فى منطقة آمنة بعيداً عن مناطق الاستخراج، ولا يتأثر بتلك العمليات، وكذلك حالة الفتحات الأخرى كالممرات التى تترك بعد أن تتم عمليات الاستخراج حيث لا تكون هناك حاجة إليها .

ومن مزايا التقدم الحصول على كميات من الخام فى أقصر مدة ممكنة وبذلك يمكن أن تسهم فى عائد سريع .

القاعدة الخامسة :

يراعى فى تجهيز المنجم لاستغلال الطبقات شديدة الميل أن يدخل العمال المنجم من أعلى ثم يهبطون إلى مكان العمل ويغادرونه عن طريق الدور السفلى . أما إذا كانت الطبقات أفقية أو قليلة الميل فإنه من المتبع أن يدخل العمال عن طريق الدور السفلى خلال ممرات مائلة حيث تعتبر هذه أسهل طريقة للوصول إلى مكان العمل .

القاعدة السادسة :

يتم تجهيز المنجم بحيث تنقل أدوات التشغيل والدعائم إلى غير ذلك من المستلزمات عن طريق الدور العلوى ثم تنزل إلى مكان العمل .

القاعدة السابعة :

يدفع الهواء خلال الدور السفلى ليرتفع خلال أماكن العمل ويخرج عن طريق الدور العلوى كما هو مبين فى (شكل ٤٠) .

(شكل ٤٠) إحدى طرق مرور هواء المنجم بالممرات التجهيزية

والغرض من عمليات التجهيز هو فتح الممرات اللازمة لتوصيل مناطق التشغيل فى الأدوار المختلفة بالسطح لتسهيل عملية استخراج الخام ونقله، وتستغرق عمليات التجهيز عادة وقتاً طويلا يتوقف على عدد المناطق المطلوب تشغيلها، وفى الغالب لا ينتظر حتى تنتهى عمليات التجهيز بالكامل ثم يبدأ الاستخراج بل يتم تجهيز جزء من الخام ويبدأ استخراجه فى نفس الوقت الذى يتم فيه تجهيز الجزء التالى الذى يبدأ فى استخراجه أثناء تجهيز الجزء الذى يليه، وهكذا، ويرجع ذلك إلى أن ترك الفتحات المنجمية مدة طويلة قبل أن يبدأ الاستخراج يعرض هذه الفتحات للضغط الناتج من الصخور كما يعرض الدعائم إلى التلف ويزيد من تكاليف صيانتها .

وتتوقف أبعاد الفتحات على مقدار ما ينقل خلالها من الخام وكمية الهواء المطلوب مرورها، وكذلك المواد والأدوات التى يراد إمرارها خلال الفتحة . ويفضل عمل فتحات التجهيز فى الصخور الصلبة كلما تيسر ذلك لتقليل تكاليف التدعيم والصيانة. ويراعى فى عمل الممرات الأفقية أن تكون مستقيمة بقدر الإمكان حتى يسهل نقل العمال والخام فى هذه الممرات، إذ أن المنحنيات أو التغيير الفجائى فى الاتجاه يقلل من سرعة النقل

ويشكل خطراً فى بعض الأحيان وتنشأ هذه الممرات أفقية أو مائلة قليلا إلى أعلى فى اتجاه الخام حتى تسهل عملية النقل وتصريف المياه ويكون ميل هذه الممرات عادة من $\frac{1}{500}$ إلى $\frac{1}{1000}$ ومن القواعد الهامة أن يكون لكل منطقة يتم تجهيزها من مناطق العمل وكذلك كل منجم مخرجان إلى السطح يكون أحدهما بمثابة احتياطى للآخر فى وقت الطوارىء فضلا عن أن هذا يساعد فى عمليات التهوية .

تقسيم أعمال التجهيز

تنقسم أعمال التجهيز إلى أربع مراحل :

المرحلة الأولى :

وتشمل فتح ممرات للوصول للخام ، أى أنها تشمل الآبار والمزلقانات والمستويات المختلفة والقواطع .

المرحلة الثانية :

وتشمل هذه المرحلة شق الممرات بغرض تحديد حجم الخام وامتداده على طول المضرب أو الميل، وبالرغم من أن هذه الفتحات تكون فى المقام الأول منشأة بغرض معرفة طبيعة الخام وامتداده إلا أنه يراعى فى تصميمها وتنفيذها إمكان استخدامها عندما تبدأ عملية الاستخراج .

المرحلة الثالثة :

وهى متممة للمرحلة الثانية وتشمل إنشاء جميع الفتحات اللازمة لعملية الاستخراج : والغرض منها كشف الخام وتسهيل الوصول إليه فى اتجاه المضرب والميل . وتشمل إنشاء الممرات المائلة فى الخام نفسه والقواطع المختلفة . وخاصة تلك التى تعمل فى الأذوار البينية والآبار المساعدة فى الخام .

المرحلة الرابعة :

وتشمل عمل جميع المنشآت اللازمة لتسهيل عملية الاستخراج، ويراعى أن تكون هذه المنشآت فى الخام نفسه وتشمل :

واجهات الاستخراج وما يتصل بها من محطات التحويل وممرات العمال والممرات البينية والفتحات الصاعدة والهابطة والقواديس والمجارى وقد تتغير هذه التقسيمات تبعاً للظروف، مثلا يمكن وضع الأدوار الرئيسية ضمن أعمال المرحلة الثالثة أو المرحلة الرابعة وتؤثر على هذه التقسيمات عدة عوامل أهمها العوامل الفنية وخاصة شكل الخام والعوامل الاقتصادية إذ أن الكثير يتوقف على قيد هذه الأعمال تحت بند نفقات العمل المتعلقة بالاستخراج أو تحت بند مصروفات رأس المال، فالممر الرئيسى مثلا الذى يخدم عدة طبقات لسنوات عديدة تقيد نفقاته تحت بند مصروفات رأس المال، ولذا يدخل ضمن أعمال المرحلة الأولى ، كما يمكن اعتباره ضمن أعمال المرحلة الثانية . ولسهولة الإيضاح سوف نقتصر على تقسيم المراحل الأربع إلى مرحلتين فقط (ا) مرحلة الفتح ، و (ب) مرحلة التجهيز .

١ ــ مرحلة أعمال الفتح

١ ــ الآبار الرأسية :

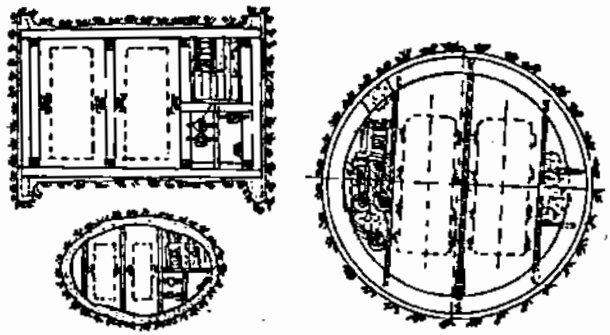
تستخدم الآبار أساساً فى رفع الخام من المنجم إلى سطح الأرض، كما أنها تستخدم فى الدخول أو الخروج من المنجم وفى أغراض التهوية ونقل الدعائم والمواد والمعدات اللازمة للعمل، وبالإضافة إلى ذلك فإن مواسير المياه وكابلات الكهرباء تمد خلال الآبار، وفى بعض الأحوال تنشأ آبار خاصة لتفى بغرض معين كبئر التهوية أو بئر الخروج الاضطرارى إلخ وفى هذه الحالة تسمى بالآبار المساعدة على حين تسمى الآبار الأخرى بالآبار الرئيسية وآبار التهوية تكون إما آبار يدفع فيها الهواء أو آبار يسحب منها الهواء، وعادة تستخدم هذه الآبار بجانب التهوية فى نقل المواد والعمال ولمد أنابيب المياه والكابلات حتى تستخدم الآبار الرئيسية لنقل الخام فقط فلا تتعطل حركة الإنتاج .

إنشاء الآبار الرأسية :

قبل البدء فى إنشاء الآبار لتجهيز المناجم فإنه من الضرورى إمداد المنطقة المراد إنشاء البئر فيها بالكهرباء ومواد الإنشاء وتمهيد طريق النقل وإنشاء مساكن العاملين. وفى إبان ذلك يتم تمهيد المكان الذى يبدأ منه حفر البئر ثم ينشأ الهيكل المعدنى أو الخشبى اللازم

لرفع أو إنزال المواد المختلفة ، ويصمم هذا الهيكل بعد حساب قوة تحمله والقوى المؤثرة عليه والأحمال التى سيقوم برفعها .

ويطلق على الجزء العلوى من البئر فتحة البئر ويتم رفع الصخور الناتجة عن الإنشاء بواسطة روافع خاصة ، ويختلف شكل مقطع البئر وحجمه طبقاً لظروف التشغيل ومعدلات الإنتاج . فيكون دائرياً أو مستطيلا أو على هيئة قطع ناقص كما هو مبين (بالشكل رقم ٤١) ، وقد شاع استخدام الآبار الدائرية فى المناجم لما لها من مميزات عديدة ، أما الآبار المستطيلة المدعمة بالدعائم الخشبية فإنها تستخدم فى حالة المناجم قليلة العمق وضئيلة الإنتاج ، ويقسم البئر إلى عدة أقسام يخصص كل منها لغرض معين مثل رفع الصخور ومد الكابلات وأنابيب المياه ومرور العمال . . إلى غير ذلك .



(شكل ٤١) بعض مقاطع الآبار الراسية

وتحدد قواعد الأمن الصناعى فى المناجم أبعاد الآبار بالنسبة لأحجام الأقفاص والكباشات الرافعة والمسافة التى يجب أن تترك بينها وبين جدران البئر ، كما تحدد سرعة تيارات الهواء اللازم لتهوية البئر .

وتنشأ أرصفة معدنية أو خشبية مؤقتة عند التقاء فتحة البئر بسطح الأرض لتسهيل تحميل وتفريغ المواد المختلفة ، بالإضافة إلى نزول وصعود العمال ، إلا أن الاتجاه الحالى يميل إلى إقامة الأرصفة الدائمة من البداية مما يوفر تكاليف الأرصفة المؤقتة . ويتم إنشاء البئر على مراحل :

١ — فصل الصخور ورفعها ثم التدعيم المؤقت للجدران .

٢ ــ إقامة الدعائم المستديمة .

٣ ــ تقوية الدعائم المستديمة وتسليحها .

وتنقسم طرق إنشاء الآبار الرأسية إلى الأقسام التالية :

١ ــ الإنشاء على التوالى :

وفى هذه الحالة يتم فصل الصخور مع التدعيم المستديم لجدران البئر مباشرة أو بعد التدعيم المؤقت تبعًا لصلابة الصخور، ويتم التقدم بالبئر على أجزاء، ينتهى تدعيم كل جزء تدعيما مستديمًا، ثم يبدأ العمل فى الجزء التالى وهكذا ويتراوح طول الجزء بين ٣، ٥ أمتار وقد يصل إلى ١٠ ــ ١٢ متراً وبالنسبة لبساطة هذه الطريقة فقد انتشر استخدامها .

٢ ــ الإنشاء على التوازى :

وفى هذه الطريقة يتم فصل الصخور ورفعها من الجزء السفلى للبئر، وفى نفس الوقت يتم تدعيم الجزء العلوى تدعيما مستديمًا من أسفل إلى أعلى، وهى تمتاز باستمرار العمل فى البئر وعدم الاضطرار إلى توقف العمل انتظاراً لانتهاء التدعيم، وتزداد تبعًا لذلك سرعة التقدم بالبئر .

٣ ــ الإنشاء مع التدعيم المستمر للجدران :

وتختلف عن الطريقتين السابقتين فى أن التدعيم المستديم لجدران البئر يتم من أعلى إلى أسفل مع تقدم العمل فى البئر فى نفس اتجاه التقدم، ويتم فصل الصخور ورفعها وتدعيم الجدران فى نفس الجزء فى نفس الوقت ويتراوح طول الجزء بين ١٥ ، ٣٠ متراً، وتمتاز هذه الطريقة بعدم الحاجة للتدعيم المؤقت . ويحتاج التدعيم إلى عناية خاصة ليتلاءم مع ضغط الصخور وصلابتها ، وهناك طرق أخرى كثيرة لإنشاء الآبار كطريقة التجميد وطريقة استخدام الماكينات الدوارة وغيرها .

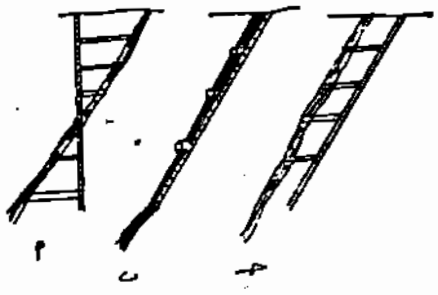
٢ ــ الآبار المائلة

تحفر الآبار المائلة عادة فى اتجاه ميل الطبقات وتؤدى نفس الوظائف والخدمات التى تستخدم فيها الآبار الرأسية وتتوقف أبعادها على أهميتها والطاقة الانتاجية وتقسم إلى عدة أقسام يخصص أحدها للعمال والآخر لرفع الخام وثالث للمواسير . . . إلخ .

وتمتاز الآبار المائلة التى تحفر فى طبقة الخام بأنها تعطى فكرة عن طبيعة الخام نفسه وتعطى كمية من الخام أثناء عملية الانشاء مما يجعل لها أهمية اقتصادية .

ويجب عدم الاتجاه لعمل الآبار المائلة إذا تغير ميل طبقات الخام بدرجة كبيرة كما أنها لا تستخدم إذا كان الخام يعانى من الطيات أو التصدعات بل يحسن فى مثل هذه الحالات عمل الآبار المائلة فى الصخور التى تقع تحت الخام ، وكذلك لا يحسن استخدامها فى حالة وجود طبقة سميكة من الصخور تعلو الخام ، ويفضل فى هذه الحالة أن تنشأ الآبار فى تلك الصخور .

ومن عيوب الآبار المائلة أنها تتعرض لضغط أكبر من الذى تتعرض له الآبار الرأسية بالاضافة إلى أن الرفع فيها يكون أبطأ وأصعب . وتتحكم العوامل الطوبوغرافية والظروف التى يوجد فيها الخام فى اختيار مواقع الآبار الرأسية والمائلة ، فإذا وجد الخام على هيئة عرق شديد الميل كما هو مبين فى (الشكل رقم ٤٢) . فإنه يمكن عمل آبار رأسية أو مائلة قد تكون فى مستوى العرق نفسه أو تحته . وفى حالة إنشاء بئر رأسية يتم الوصول إلى أكبر عمق مطلوب بأقل طول إلا أنه فى هذه الحالة يلزم عمل ممرات قاطعة طويلة



(شكل ٤٢) الآبار الرأسية والمائلة

للوصول من البئر إلى العرق ، ومن عيوب الآبار الرأسية فى هذه الحالة صعوبة الصيانة عند نقط التقاطع مع عرق الخام .

ومن عيوب الآبار المائلة المنشأة فى مستوى العرق زيادة تكاليف الصيانة وضرورة ترك أعمدة من الخام على جانبى البئر لحمايته ، ويفضل استخدام هذه الطريقة إذا كان الخام صلبًا أما إذا كان البئر المائل ، أسفل العرق فإنه يكون على أكبر قدر من الاستقرار وخصوصاً إذا كانت الصخور صلبة وبذلك تقل نفقات التدعيم .

ويراعى فى جميع الحالات مواقع المنشآت على السطح كمنشآت التركيز والورش والمبانى وخلافه .

٣ ــ المداخل الأفقية

وهى الفتحات التى تنشأ من السطح للوصول إلى الخام سواء كان ذلك مباشرة أو أو عن طريق آبار صاعدة أو هابطة تساعد فى التهوية وتساعد فى العمل الذى يمكن أن يستمر فى اتجاهيه كما هو مبين فى شكل (٤٣) .

(شكل ٤٣) المداخل الأفقية

٤ ــ محطات الاستقبال

هى حجرات واسعة تنشأ فى الأدوار المختلفة عند تقاطع الآبار الرأسية أو المائلة بالممرات القاطعة ، ولهذا تسمى محطات الآبار ويتم تدعيم هذه المحطات تدعيما جيداً وتضاء بالكهرباء .

ويتم فى هذه المحطات تجميع عربات الخام توطئة لرفعها خلال البئر بواسطة الأقفاص ، كما تجمع عربات الخام الفارغة لتوزيعها على مناطق العمل ، وأحيانا تستخدم

هذه المحطات لتخزين الخام حتى يتم رفعه . وفائدة هذا التخزين أنه يجعل النقل فى الأدوار المختلفة مستقلا عن حركة رفع الخام فى البئر فلا تتأثر بالأعطال التى قد تحدث به .

وفى هذه المحطات يتجمع العمال بعد انتهاء الوردية للصعود إلى السطح وعند النزول إلى المنجم قبل ذهابهم إلى مناطق العمل المختلفة وتعلق كافة التعليمات والإرشادات الخاصة بالعمل فى المنجم على لوحات فى هذه المحطات ويوجد فيها أيضاً أجهزة الاشارات وصفارات الانذار ووسائل الاتصال ومكبرات الصوت بالاضافة إلى وسائل الاسعاف الأولية ومياه الشرب وغيرها من المستلزمات . ويراعى عدم انشاء مخازن المفرقعات بجوار هذه المحطات .

٥ — الممرات القاطعة

وهى فتحات أفقية تؤدى إلى الخام وتكون عمودية على اتجاه المضرب أى أنها تمثل أقصر مسافة للوصول إلى الخام وتنشأ الممرات القاطعة بين الآبار الرأسية أو المائلة والخام نفسه .

ويوجد فى كل مستوى ممر قاطع رئيسى يقطع حقل المنجم مخترقاً جسم الخام ويؤدى نفس الأغراض التى يقوم بها البئر ولهذا يدعم تدعيما جيداً ويكون عمره أقل من عمر البئر ،لأنه بمجرد انتهاء أعمال الاستخراج فى ذلك المستوى ينتهى استعمال الممر القاطع فى عملية التعدين ويترك للتهوية إذا احتاج الأمر .

وتأخذ الممرات القاطعة شكل شبه منحرف أو دائرى أو بيضاوى وتكون مائلة قليلا فى اتجاه البئر حتى يمكن للمياه أن تنساب خلالها وبحسب الميل عادة بحيث تكون الطاقة اللازمة لرفع العربات المحملة بالخام إلى البئر عبر الممر القاطع مساوياً تقريباً للطاقة اللازمة لدفع العربات اللازمة من البئر إلى مكان التشغيل .

٦ — الممرات القاطعة المساعدة

عندما يتم اختراق الخام بواسطة الممرات القاطعة ينشأ من كل منها ممرات أفقية فى الخام تستخدم فى عملية الاستخراج . إلا أنه فى بعض الأحوال تطول المسافة إلى حدود

حقل الخام وفى هذه الحالة فإن الممر سوف يستخدم لمدة طويلة ، وحيث أن الضغط يكون كبيراً فإن تكاليف تدعيمه وصيانته تزداد زيادة كبيرة ، لذلك يستحسن فى هذه الحالة عمل ممر رئيسى خارج الخام وتنشأ من هذا الممر ممرات قاطعة مساعدة كما هو مبين فى شكل رقم (٤٤) .

(شكل ٤٤) الممرات القاطعة المساعدة

وبهذا نضمن أن كل جزء من الخام بين الممرات القاطعة المساعدة يمكن استخراجه بطريقة مستقلة عن بقية الأجزاء ، ولا تحتاج هذه الممرات المساعدة إلى تدعيم جيد حيث أنها تستعمل لفترة قصيرة تنتهى بمجرد انتهاء استخراج هذا الجزء .

كما أن الإنتاج يمكن أن يستمر فى أكثر من منطقة فى نفس الوقت مما يؤدى إلى زيادة الإنتاج الكلى .

(ب) مرحلة أعمال التجهيز

١ ــ ممرات النقل الرئيسية :

تنشأ الممرات الافقية فى الخام عندما يكون سميكاً ومنتظماً ، أما إذا كان غير منتظم فتنشأ الممرات خارجه . ويتلخص السبب الرئيسى فى عمل ممرات النقل خارج الخام فى أن الفتحات التى تنشأ فى الخام تقع تحت ضغط شديد بمجرد استخراج الخام .

٢ ــ الممرات :

تعتبر الممرات من أهم المنشآت التى تقسم الخام إلى مناطق طولية يمكن استغلالها على التوالى بالإضافة إلى استخدامها فى استغلال الخام على طول المضرب. وعندما ينتهى استغلال المنطقة يستخدم الممر للتهوية أثناء العمل فى المناطق السفلى .

وللممرات أهمية كبيرة بالنسبة لحركة النقل فى المنجم ولذلك يعنى بتدعيمها . ويلاحظ

أن عمر الممر أقل من عمر القاطع لأن العمل فى الممر ينتهى بانتهاء استغلال الطبقة التى يوجد فيها ، بينما يستمر استخدام القاطع حتى ينتهى استغلال كل الطبقات التى يقطعها .

٣ – الممرات المزدوجة :

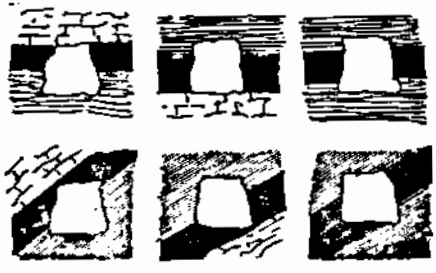
فى مناجم الفحم عادة وفى المناجم التى يخشى فيها من خطر الانهيارات أو اندفاع المياه أو الانفجارات أو الحرائق ينشأ عادة ممران متوازيان مما يزيد فى سلامة العمال حيث يمكنهم استخدام الممر الثانى إذا ما حدث حادث فى الأول .

وتكون المسافة بين الممرين ما بين ١٠ – ٣٠ متراً ، ويتم توصيل الممرين بعدة فتحات على مسافات تتراوح ما بين ٥٠ – ١٠٠ متر لتساعد فى حركة مرور الهواء كما هو مبين فى شكل رقم (٤٥) .

(شكل ٤٥) الممرات المزدوجة

طريقة إنشاء الممرات :

عند شق الممرات خلال طبقات الخام الرفيعة يتم توسيع الممرات إلى الدرجة المناسبة فى اتجاه السقف أو الأرضية أو فى الاتجاهين معاً . وتحدد طبيعة الصخور المحيطة بالخام طريقة عمل الممرات ، كما يؤخذ فى الاعتبار طريقة إزالة الصخور المحيطة ، ويوضح شكل رقم (٤٦) مواقع الممرات بالنسبة للطبقات الأفقية والمائلة .



(شكل ٤٦) مواقع الممرات فى الصخور الطبقية

٤ – الجيوب :

تنشأ حجرات خاصة تعرف بالجيوب لوضع الصخور والأحجار التى يراد التخلص منها، ويتم إنشاء هذه الحجرات باستخراج جزء من الخام على جانب الممر كما هو مبين فى شكل رقم (٤٧) ، وبالرغم مما لهذه الجيوب من فوائد فإن من أهم عيوبها تجمع الغازات الضارة والمياه المنجمية فيها .

(شكل ٤٧) الجيوب .

٥ – الممرات البينية المساعدة :

تنشأ ممرات ثانوية خصوصاً فى طبقات الخام ذات الميل البسيط ، وفائدة هذه الممرات هى تقسيم الخام إلى أجزاء ومناطق أضيق مما يسهل عملية استخراجها ، وبالتالى يمكن من من زيادة الإنتاج ، وتكون الممرات البينية أضيق من الممرات الرئيسية .

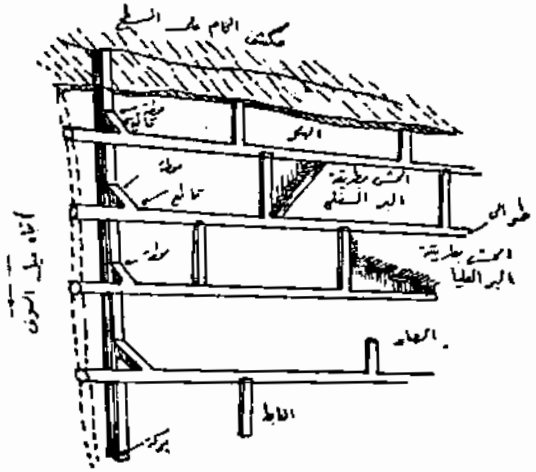
٦ – الممرات المائلة الصاعدة والهابطة :

ينشأ هذا النوع من الممرات فى اتجاه الميل، وينقل الخام المستخرج منها إلى الممر السفلى مباشرة حتى يستفاد بالجاذبية الأرضية خصوصاً إذا كان الميل كبيراً ،ويتحدد ميل الممرات المائلة بميل الخام ويحدد اتساعها بعرض العربات المستعملة فى نقل الخام خلالها مع الأخذ فى الاعتبار إذا كان المرور فى اتجاه واحد أو فى اتجاهين .

والممرات الهابطة هى فتحات فى جسم الخام تستخدم فى نقله إلى المستوى الأعلى ولا تختلف عن الممرات الصاعدة إلا فى طريقة إعدادها لنقل الخام .فمثلا فى حالة الممرات الصاعدة تكفى الفرامل لعربات النقل بينما فى حالة الممرات الهابطة لا بد من وجود أونائش للرفع ، ومن هنا يمكن اعتبار الممرات الهابطة آباراً مائلة تخدم منطقة معينة كما تستخدم فى التهوية .

أما الممرات الصاعدة فتستخدم فى حالة ميل الخام ميلا كبيراً وتنشأ هذه الممرات من أسفل إلى أعلى ، ويجب تدعيم هذه الممرات تدعيما كليًّا وتستخدم فى نقل الخام إلى الممرات السفلى . وتعمل هذه الممرات خارج الخام فى المنطقة التى يتم استخراج الخام منها وملئت بالأحجار . وفيما يلى شرح مبسط لبعض طرق الاستخراج والتجهيز :

١ — التجهيز لاستخراج الخام بطريقتى فوق اليد وتحت اليد فى هذه الطريقة تشق الممرات الأفقية على طول العرق فى الاتجاهين كما تشق الممرات المائلة أو الآبار أو القواطع ويجهز كل دور بمحطة ومعدات للشحن والنقل . ومن الممرات تشق آبار صاعدة وهابطة كى تساعد فى التهوية وفيها يبدأ استخراج الخام فى أى من الاتجاهين كما هو مبين فى شكل رقم (٤٨) .

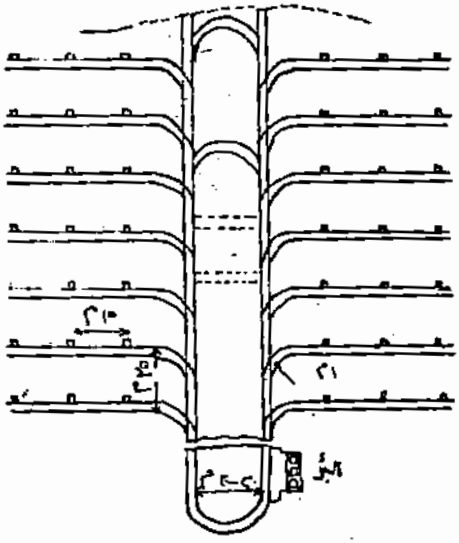


(شكل ٤٨) التجهيز بطريقتى فوق اليد وتحت اليد

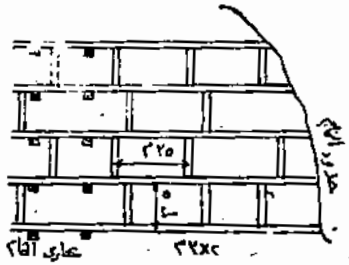
وتستعمل الطريقتان عادة للخامات التى يتراوح عرضها بين ٥ — ٣ أمتار .

٢ — التجهيز للاستخراج بطريقة الشرائح العلوية بانشاء ممرين متوازيين تتراوح المسافة بينهما من ٢٠ — ٣٠ متراً فى أسفل جسم الخام . ومن هذين الممرين تنشأ عدة قواطع ممتدة على فترات ، حتى تصل إلى حافة الخام وتوصل القواطع بالممرات بفتحات منجمية وتنشأ آبار صاعدة على مسافات حتى تصل إلى السطح العلوى للخام ومن هذه الآبار الصاعدة تنشأ أدوار بينية ، فتقسم الخام إلى شرائح ويوضح الشكل رقم (٤٩) هذه الطريقة .

ويتكون المستوى البينى من مجموعة من القواطع المتوازية التى تمتد إلى حدود الخام وتوصل بين هذه القواطع ممرات ضيقة على مسافات حوالى ٣٥ متراً ويبين شكل رقم (٥٠) هذه المستويات البينية ، وتبلغ المسافة بين المستويات البينية حوالى ٣ — ٥ أمتار وتصلح هذه الطريقة للخامات الرقيقة ذات العرض الكبير .



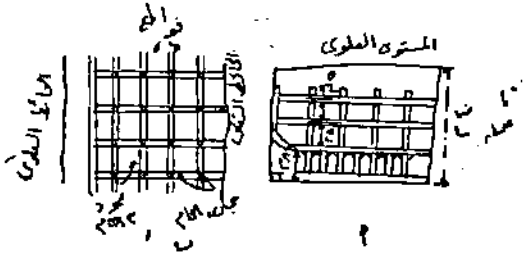
(شكل ٥٠) المستويات البينية



(شكل ٤٩) طريقة التعدين بالتقسيم إلى شرائح

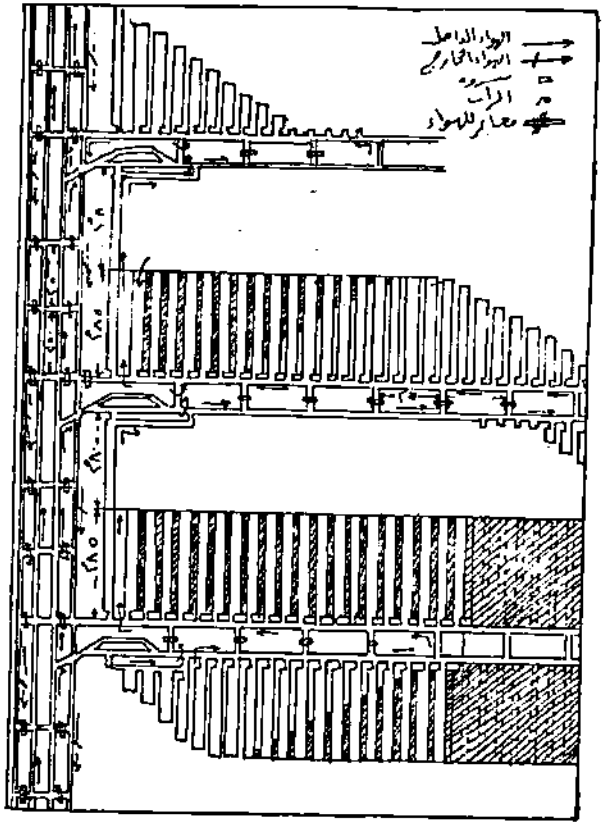
٣ — التجهيز للاستخراج بطريقة الانهيار الكلى : يشق من محطات الآبار قاطع للوصول إلى الخام ، ومن هذا القاطع ينشأ ممر رئيسى على طول السطح العلوى للخام ، ومن هذا الممر تنشأ قواطع تمتد حتى السطح السفلى للخام وتبلغ المسافة بين هذه القواطع حوالى ٨ أمتار وتوصل بينها ممرات تشق فى السطح السفلى للخام وعلى طول القواطع تنشأ آبار صاعدة قصيرة وبالتبادل أى جهة اليمين واليسار من القاطع وتبلغ المسافة بين هذه القواطع ٥ أمتار وطولها ٨ أمتار ، وتمتد إلى الدور البينى الذى يراد تجهيزه للاستغلال وبذلك ينقسم إلى أعمدة أبعادها ٣ — ٥ أمتار توصل بين أعالى الآبار الصاعدة التى تعمل عل شكل أقماع . وفى نهاية البلوك يعمل قاطعان إضافيان (تبلغ المسافة الرأسية بينهما حوالى ٨ أمتار) أعلى القاطع فى الدور البينى الأول وتوصل آبار صاعدة بين نهايات القواطع الثلاثة . والغرض من هذه القواطع والآبار هو خلخلة بلوك الخام وإضعافه حتى يمكن أن ينهار بسهولة ويوضح الشكل رقم (٥١) ا ، ب هذه الطريقة .

٤ ــ التجهيز للاستخراج بواسطة الواجهة الطويلة : فى هذه الطريقة ينشأ أولا بئران أحدهما للتشغيل والآخر للتهوية . ثم ينشأ ممر النقل الرئيسى الذى يمتد فى الاتجاهين على طول المضرب وينشأ ممر التهوية موازيا لممر النقل الرئيسى ويوضح شكل رقم (٣٩) هذه الطريقة التى تعرف باسم الطريقة التقدمية .



(شكل ٥١) طريقة الانهيار الكلى

٥ ــ التجهيز بطريقة الحجرة والعمود : تتلخص هذه الطريقة فى عمل مدخلين بينهما عمود يبلغ سمكه حوالى ١٥ متراً وتشق بينهما ممرات موصلة على أبعاد تبلغ ٣٥ متراً . وتعمل ممرات جانبية على مسافات تتراوح بين ٣٠ ، ٥٠ متراً ، ومن هذه الممرات تعمل حجرات . وعندما تكون الطبقة مائلة تعمل المداخل الرئيسية عادة فى اتجاه المضرب ، وتبدأ عملية الاستخراج من الحجرات ويوضح شكل رقم (٥٢) هذه الطريقة .



(شكل ٥٢) طريقة الحجرة والعمود

طرق التشغيل فى المناجم

طريقة التشغيل :

هى الطريقة المتبعة فى استخراج الخام من ناحية الترتيب الزمنى لإنشاء الممرات وواجهات الاستخراج وكيفية توزيعها وشكلها . وتتحكم عوامل كثيرة فى اختيار أنسب طريقة للتشغيل فى كل منجم من المناجم ويكون التفضيل على أساس الكفاءة الاقتصادية وما تحققه من أمن للعاملين .

العوامل التى تؤثر فى اختيار طريقة التشغيل :

أهم العوامل التى تؤثر فى اختيار طريقة التشغيل المناسبة هى كمية الخامات المؤكد وجودها والعمق الموجود عليه الخام تحت سطح الأرض وزاوية ميله . كما تؤثر كذلك الصفات الطبيعية والميكانيكية للخام والصخور المحيطة به ومقدار ما يحتويه من المياه والغازات القابلة للاشتعال أو الانفجار ، كما هو الحال فى مناجم الفحم والكبريت . كذلك يؤثر نوع المعدات والآلات المستعملة فى عمليات الاستخراج على طريقة التشغيل .

أسس استخراج الخامات

عند استخراج طبقة الخام نجد أن الصخور التى تقع فوقها تميل إلى الهبوط فى المنطقة التى تخلو باستخراج طبقة الخام ، ويطلق عليها منطقة الاستنفاذ ، ولضمان عدم سقوط السقف فى واجهات التشغيل تتبع ثلاث طرق رئيسية :

١ — استخراج جزء من الخام وترك جزء آخر كأعمدة ، وفى هذه الطريقة يستخرج الخام بواسطة ممرات ذات واجهات صغيرة نسبياً مع ترك أعمدة من الخام لتدعيم السقف ثم يتم استخراج هذه الأعمدة فى وقت لاحق وكلما زادت مساحة الحجرات تعرضت الصخور لضغط أكبر يؤدى إلى انهيارها .

٢ ــ حشو منطقة الاستنفاذ :

وفيها تملأ المنطقة التى خلت باستخراج الخام بالأحجار ومواد أخرى وتتحمل هذه الخلطة ضغط الصخور الواقعة أعلى طبقة الخام مما يؤدى إلى ضغطها ويقل حجمها فتظهر بعض الشقوق فى السقف .

٣ ــ انهيار صخور السقف فى منطقة الاستنفاذ :

فى هذه الطريقة تترك صخور السقف لتسقط فى المنطقة التى تخلو باستخراج الخام بعيداً عن واجهة التشغيل ، أما فى واجهة التشغيل فتستعمل دعائم قوية تمنع السقف من السقوط .

طرق استخراج الخامات الطبقية

تصلح هذه الطرق لاستخراج الخامات مثل الفحم والفوسفات وغيرها وتنقسم إلى :

١ ــ طرق استخراج الخامات الموجودة على هيئة طبقات رفيعة ومتوسطة السمك .

٢ ــ طرق لاستخراج الخامات الموجودة على هيئة طبقات سميكة .

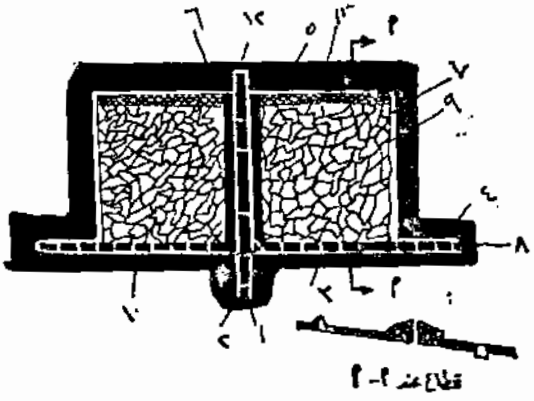
ولما كان هذا التقسيم مبنيًّا على أساس سمك الطبقة فقط فسوف تتم مناقشة تأثير زاوية الميل عند شرح كل طريقة .

٦ ــ استخراج الطبقات الرفيعة ومتوسطة السمك

أولاً ــ طريقة الواجهة الطويلة :

وتنقسم إلى طريقتين تقدمية وتقهقرية ، والطريقة التقدمية تصلح لاستخراج الطبقات التى تتراوح زاوية ميلها بين صفر ، ٤٥° ويوضح الشكل رقم (٥٣) هذه الطريقة . ولتجهيز حقل المنجم بهذه الطريقة ينشأ الممر المائل الرئيسى رقم (١) وبجواره الممر المائل المساعد رقم (٢) الذى يخصص لمرور العمال ، ومن ثم يبدأ فى إنشاء ممر النقل الرئيسى رقم (٣) وبجواره الممر المساعد رقم (٤) وتتم توصيلها عن طريق ممرات موصلة رقم (٨) وفى نفس الوقت يبدأ فى إنشاء ممر التهوية رقم (٥) وعلى مسافة ٤٠ متراً

تقريباً من الممر الصاعد الرئيسى تنشأ واجهة الاستخراج رقم (٦) كما تنشأ واجهة استخراج مماثلة على نفس المسافة من الممر الصاعد المساعد فى الجهة الأخرى ، ثم تبدأ عمليات الاستخراج من الواجهة التى توضع فيها الآلات والمعدات ويتراوح طول واجهة الاستخراج بين ٨٠ — ٢٠٠ متر وتبدأ أعمال الاستخراج بتوسيع الممر من الناحية الجانبية وباستخراج الخام من الواجهة رقم (٧) تتحرك الواجهة فى حدود حقل المنجم وتزداد المسافة تدريجياً بين الواجهة رقم (٧) والممر رقم (٦) وحتى يمكن المحافظة على الاتصال بين الواجهة والممر الطالع الرئيسى يجب الاستمرار فى عملية انشاء ممر النقل (٣) وممر التهوية (٥) بالقدر الذى يتناسب مع واجهات الاستخراج ، وباستمرار العمل وتقدم الواجهة يتكون خلف الواجهة منطقة خالية وهى التى تم استخراج الخام منها وتسمى منطقة الاستنفاذ ، ويطلق على المنطقة القريبة من الواجهة والتى يتحرك فيها العمال والآلات منطقة التشغيل (٩) وتدعم هذه المنطقة تدعيما جيداً حتى لا يسقط السقف بخلاف منطقة الاستنفاذ التى يترك فيها السقف ليتحطم ويسقط .



(شكل ٥٣) طريقة الواجهة الطويلة

وللمحافظة على ممر النقل فى الجزء المجاور لمنطقة الاستنفاذ تترك أعمدة من الخام (١٠) أما ممر النقل فتتم المحافظة عليه إما بترك أعمدة الخام أو ببناء دعائم حجرية (١١) لكى تحافظ على الممرات بالإضافة إلى الدعائم التى تقام فيها .

وتتميز طريقة المحافظة على الممرات ببناء دعائم حجرية عن طريقة ترك أعمدة من الخام بأنها تسهل عملية اتصال واجهة التشغيل بالممرات وتقلل كمية الخام المفقودة

نتيجة تركها كأعمدة – هذا بالاضافة إلى أن ترك أعمدة الخام يتسبب فى تراكم الغازات القابلة للاشتعال كما هو الحال فى مناجم الفحم ، إلا أنه بالرغم من ذلك فإن المحافظة على الممرات بترك أعمدة من الخام تعتبر أرخص من بناء الدعائم الحجرية .

ومن مميزات هذه الطريقة أن أعمال الاستخراج والتجهيز تسير جنباً إلى جنب فى كل أجزاء المنجم ، ولذلك فإن معدل التقدم فى واجهات الاستخراج يتوقف على معدل التقدم فى واجهات التجهيز .

وتتم تهوية الممرات فى هذه الطريقة بدخول الهواء من الممر الصاعد الرئيسى (١) وإلى اليسار وبعض الهواء يستمر فى الصعود ليصل إلى حجرة الونش (١٢) ويمر الهواء النقى من ممر النقل إلى واجهة التشغيل عن طريقة المغارة الموصلة رقم (٨) ثم يخرج الهواء من واجهة التشغيل إلى ممر التهوية (٥) حيث يصل إلى الممر الصاعد المساعد (٣) ويتجمع مع الهواء القادم من الجناح الآخر ثم يتجه نحو بئر التهوية الرئيسى أو ممر التهوية الرئيسى ليخرج من المنجم .

أعمال الاستخراج

ينبغى لاستخراج الخام من واجهات التشغيل بطريقة الواجهة الطويلة تنفيذ عدة مراحل فى تتابع منتظم ، ويراعى أن نوع الآلات المستخدمة هى من أهم العوامل التى تؤثر فى معدل الاستخراج من واجهة التشغيل .

مراحل الاستخراج :

١ – فصل الخام عن الصخور المحيطة به وتكسيره وتحميله .

٢ – نقل الخام بواسطة الجنزير الناقل الذى يمتد بطول واجهة التشغيل حتى ممر النقل .

٣ – اعادة تركيب الآلات (آلات فصل الخام) أسفل واجهة التشغيل .

٤ – ازاحة الجنزير الناقل فى اتجاه تقدم واجهة التشغيل .

٥ – تدعيم واجهة التشغيل .

١ ــ فصل الخام :

يبدأ فصل الخام عن الصخور المحيطة به وتكسيره من أسفل واجهة التشغيل بالقرب من ممر النقل وتستمر هذه العملية من أسفل إلى أعلى فى اتجاه ممر التهوية ونتيجة لذلك تتقدم الواجهة بمقدار الشريحة التى تم فصلها .

٢ ــ تحميل الخام على الجنزير الناقل ونقله :

يتم نقل الخام من واجهات التشغيل فى حالة الطبقات قليلة الميل بواسطة جنزير ناقل ثم ينقل الخام من نهاية واجهة التشغيل بواسطة جنزير آخر مركب فى المغارة الموصلة رقم (٨) والمنشأة بين واجهات التشغيل والممر الرئيسى ثم يشحن الخام فى العربات المعدة لنقله .

٣ ــ إعادة تركيب آلات فصل الخام :

بعد أن يتم فصل الخام بطول واجهة التشغيل يلزم إعادة تركيب الآلات المستخدمة فى قطع طبقة الخام وتكسيرها أسفل الواجهة حتى يمكن البدء فى استخراج شريحة أخرى من الخام .

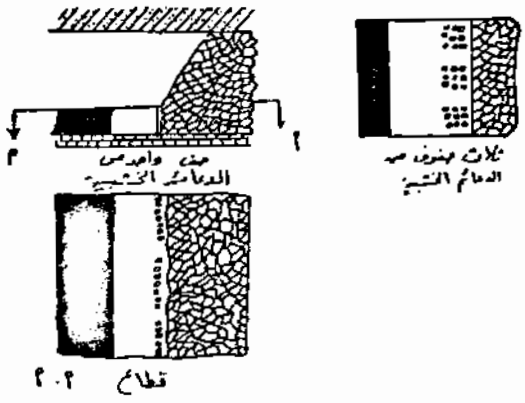
٤ ــ تحريك الجنزير الناقل فى اتجاه تقدم واجهة الاستخراج :

بعد فصل شريحة الخام وتحميلها على الجنزير ونقلها تبتعد الواجهة عن الجنزير بمقدار الشريحة التى تم استخراجها ، لذلك يلزم زحزحة الجنزير ونقله فى اتجاه تقدم واجهة التشغيل . ويمكن عمل ذلك بفك أجزاء الجنزير وإعادة تركيبها فى المكان المناسب من واجهة التشغيل . وبعض الجنازير يمكن تحريكها دون الحاجة إلى فكها وإعادة تركيبها .

٥ ــ تدعيم واجهات التشغيل

كلما تقدمت واجهات التشغيل زادت المساحة المعرضة للسقوط من صخور السقف . ويوضح الشكل رقم (٥٤) طريقة انهيار السقف حين يتعرض لضغط الصخور الواقعة فوقه نتيجة لاستخراج طبقة الخام . لذلك يجب اقامة دعائم فى منطقة التشغيل بالقرب

من الواجهة . أما فى منطقة الاستنفاذ فتترك الصخور لتتساقط ويزداد حجمها نتيجة لتفككها فتملأ الفراغ الناشىء من استخراج طبقة الخام .

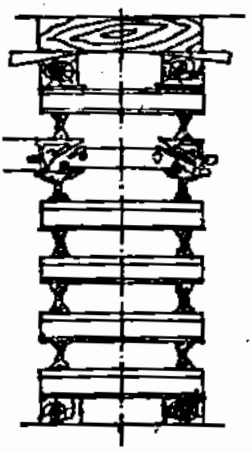


(شكل ٥٤) دعائم الواجهة

دعائم الواجهة

تستعمل فى واجهات التشغيل دعائم خشبية أو معدنية تسمى دعائم الواجهة لتحافظ على صخور السقف وتمنعها من السقوط فى منطقة التشغيل . ويراعى فى تركيب دعائم الواجهة أن تقام على خط مستقيم فى اتجاه الميل وخط مستقيم كذلك فى اتجاه المضرب . وتكون المسافة بين الدعائم عادة متراً واحداً ، ويركب فوق كل دعامتين كمرة خشبية أو معدنية يتراوح طولها بين ٢ — ٢,٥ متر . وتركيب هذه الكمرات يمنع سقوط الأحجار على العاملين بالواجهة ، وإذا لوحظ وجود شقوق فى السقف موازية لواجهة التشغيل وجب تركيب الكمرات فى اتجاه عمودى على اتجاه الواجهة والعكس بالعكس ، ويراعى تركيب دعائم الواجهة كلما تقدمت واجهة التشغيل بحيث تصبح المسافة غير المدعمة من المنطقة التى تخلو باستخراج الخام أقل ما يمكن . وفى حالة استخدام الدعائم المعدنية يجب انتشالها من الصفوف الخلفية المجاورة لمنطقة الاستنفاذ كلما تقدمت الواجهة لاستعمالها مرة أخرى فى صفوف أمامية ويوضح الشكل رقم (٥٥) دعامة معدنية من دعائم الواجهة .

وطريقة الواجهة الطويلة التقهقرية لا تختلف عن الطريقة التقدمية إلا فى بدء التشغيل حيث يبدأ الاستخراج فى الطريقة التقهقرية من نهاية حقل المنجم فى اتجاه البئر أو الممر



(شكل ٥٥) دعامة معدنية على شكل عمود مسنف

الرئيسى ، ولهذا فإن ممر النقل والتهوية يتم انشاؤها مقدماً حتى حدود حقل المنجم ثم يبدأ بعد ذلك الاستخراج .

الاستخراج بطريقة الحجرة والعمود

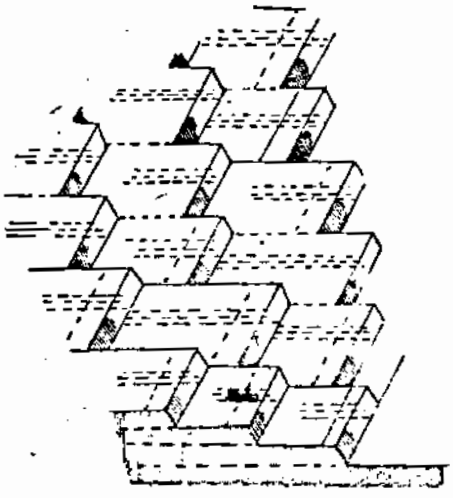
تستخدم هذه الطريقة لاستخراج الطبقات الرفيعة ومتوسطة السمك التى تميل ميلا خفيفاً ، وتبدأ عملية الاستخراج بانشاء حجرة تبدأ من ممر النقل وتمتد فى اتجاه ممر التهوية وتكون هذه الحجرة عمودية على اتجاه ممر النقل أو تميل بزاوية تتراوح ما بين ٥٥ — ٩٠ وبعد أن تتقدم الواجهة تنشأ حجرة أخرى إلى جوارها ويترك عمود من الخام ثم تتكرر العماية . ويوضح الشكل رقم (٥٦) هذه الطريقة .

(شكل ٥٦) طريقة الحجرة والعمود

(د) الطبقات السميكة

١ ــ الاستخراج بطريقة التقسيم إلى شرائح علوية :

تستخدم هذه الطريقة لاستخراج الطبقات السميكة ذات الامتداد الكبير إذا كان الخام ليناً والصخور التى تعلو الخام غير متلاصقة . ويتم استخراج الخام فى هذه الطريقة من أعلى جسم الخام إلى أسفل عن طريق تقسيمه إلى شرائح أفقية يبدأ العمل فى كل منها من أطراف الخام مع التقهقر إلى الداخل ، ويتراوح سمك الشريحة ما بين ٢ ، ٣ أمتار ويتوقف ذلك السمك على طريقة التدعيم المستخدمة وطبيعة الخام نفسه وكلما زاد سمك الشريحة كان ذلك أفضل من الناحية الاقتصادية ويراعى شق آبار التشغيل خارج جسم الخام ثم يشق مستوى المواصلات الرئيسى من البئر إلى الجزء الأسفل من الخام أو جزء متوسط إذا كان سمك الخام كبيراً ، وتتم التهوية بواسطة مستويات مساعدة تشق فيها آبار صاعدة أو هابطة وقواديس تنتهى عند المستوى الرئيسى ويمكن استغلال عدة شرائح على التوالى مع مراعاة أن الشريحة العليا تكون متقدمة عادة حوالى ١٥ ــ ٣٠ متراً عن الطبقة التى تقع أسفلها مباشرة كما هو مبين بالشكل رقم (٥٧) وتتم عملية التعدين بواسطة صفين من الدعائم أو مجموعات تتكون كل منها من ثلاث قطع توضع على بعد ٣ أمتار ، وتمتد بطول الحجرة وتبدأ عملية الاستخراج من أعلى الحجرة



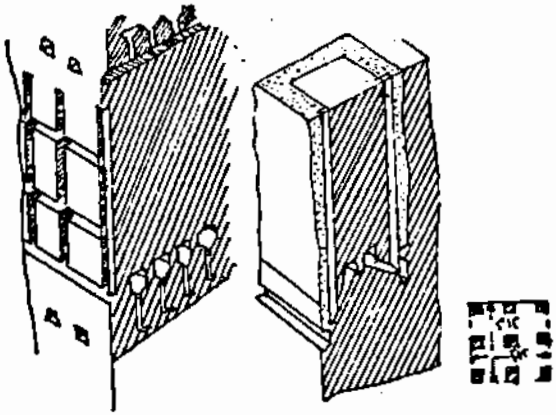
(شكل ٥٧) الاستخراج بطريقة التقسيم إلى شرائح علوية

إلى أسفل ثم ينقل الخام وتقام مجموعة دعائم جديدة قرب واجهة التشغيل، وعندما يتم استخراج الشريحة كلها تغطى الأرضية بألواح خشبية سمكها حوالى ٢٥مم ويتم تدعيم جوانب ومدخل المكان الذى كانت تشغله الشريحة بألواح خشبية ثم تزال أعمدة التدعيم لتسمح للسقف بالهبوط بعد فترة ثم يبدأ استغلال طبقة أخرى ، وهكذا وتساعد أعمدة التدعيم المنهارة فى عمل طبقة سميكة من الخشب تمنع اختلاط الخام بالصخور التى تعلوه .

٢ ــ الاستخراج بطريقة انهيار البلوكات

تستخدم هذه الطريقة لاستخراج الخامات السميكة التى توجد على أعماق كبيرة ويشترط ألا يكون الخام شديد الصلابة أو الليونة ولا تتخلله شقوق .

وتبدأ عملية الاستخراج بتقسيم جسم الخام إلى بلوكات عن طريق مستويات فى الاتجاه الرأسى ، وتبدأ عمليات الاستخراج فى الاتجاه الأفقى ، ويعتبر كل بلوك وحدة إنتاجية مستقلة ويفصل البلوك من أسفله ويبقى معلقاً على أعمدة موزعة على مسافات منتظمة ، ثم يبدأ فى استخراج الأعمدة عن طريق نسفها على التوالى فيسقط الخام تحت تأثير الوزن وينكسر إلى قطع يسهل نقلها . وفى بعض الأحيان يفصل البلوك من الجوانب أيضاً بالإضافة إلى فصله من أسفل ويوضح الشكل رقم (٥٨) طريقة الاستخراج بانهيار البلوكات .



(شكل ٥٨) الاستخراج بطريقة انهيار البلوكات

وتحدد طبيعة الخام مقدار ما يلزم للبلوك من خلخلة . فالخام اللين أو المتشقق ربما يحتاج

إلى فصل الخام من أسفل فقط بينما يحتاج الخام الصلب عديم الشقوق إلى خلخلة كبيرة من أسفله وجوانبه .

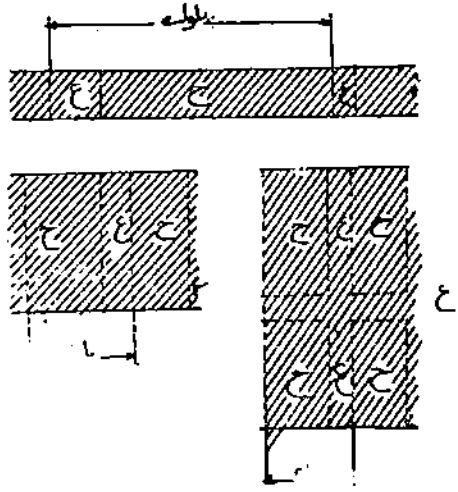
ويتوقف نجاح هذه الطريقة على وجود طبقة سميكة من الغطاء الصخرى يساعد وزنها على دفع الخام أثناء انهياره .

طرق استخراج الخامات المعدنية

تختلف الطرق المستخدمة لاستخراج الخامات المعدنية اختلافاً كبيراً عن الطرق المستخدمة لاستخراج الخامات الطبقية مثل الفحم والفوسفات ، ويرجع ذلك إلى الاختلاف الكبير فى طريقة تكوين الخامات المعدنية وأبعادها وخواصها والصخور المحيطة بها وعدم انتظام توزيع المعادن المفيدة فى كتلة الخام .

والخامات المعدنية تختلف أجسامها فمنها الرسوبية والنارية والمتحولة ومنها الطبقات ومنها العروق ومنها العدسات وغيرها .

وبوجه عام فإنه لاستخراج الخامات المعدنية يقسم جسم الخام فى الاتجاه الرأسى بواسطة الممرات إلى أدوار يتراوح ارتفاعها بين ٣٠ — ١٠٠ متر ويقسم كل دور على امتداده إلى بلوكات يتراوح طولها بين ١٥ — ١٠٠ متر كما هو مبين فى الشكل رقم (٥٩) .



(شكل ٥٩) تقسيم الدور إلى بلوكات

ويعتبر كل بلوك وحدة إنتاجية مستقلة وتنقسم الأعمال المنجمية الخاصة باستخراج الخامات إلى :

١ ــ التمهيد والتجهيز بما فى ذلك شق الممرات التى تقسم البلوك إلى :

(ا) حجرات وهى الأجزاء التى يستخرج منها الخام .

(ب) أعمدة وهى أجزاء الخام التى تترك للتدعيم وقد تستخرج بعد ذلك .

٢ ــ الاستخراج ويشمل فصل الخام بما فى ذلك من أعمال التثقيب والتفجير فى الحجرات ثم فى الأعمدة وتحميل الخام ونقله إلى محطات التجميع والاستقبال عند آبار الرفع .

وقد تنخفض نسبة المعدن فى الخام المستخرج خلال عملية الاستخراج وذلك بسبب اختلاط الخام ببعض الصخور المحيطة به أو فقد بعض الأجزاء الغنية منه .

وضغط الصخور الناتج عن الاخلال بتوازنها بسبب تكوين المغارات المنجمية من أهم الموضوعات التى يجب دراستها عند استخراج الخامات المعدنية ويمكن التحكم فى هذا الضغط بإحدى طريقتين :

١ ــ الاحتفاظ بأعمدة من الخام .

٢ ــ الاحتفاظ المؤقت بالخام المستخرج فى منطقة الاستنفاذ .

٣ ــ حشو منطقة الاستنفاذ بالصخور .

٤ ــ التدعيم بإحدى وسائل التدعيم .

وطرق استخراج الخامات المعدنية كثيرة ، ويمكن تقسيمها إلى مجموعات رئيسية :

١ ــ طرق المناطق المفتوحة .

٢ ــ طرق تخزين الخام أو طريقة الانكماش .

٣ ــ حشو منطقة الاستنفاذ .

٤ ــ طرق تدعيم منطقة الاستنفاذ .

٥ ــ طرق الانهيار .

١ ـ طرق المناطق المفتوحة

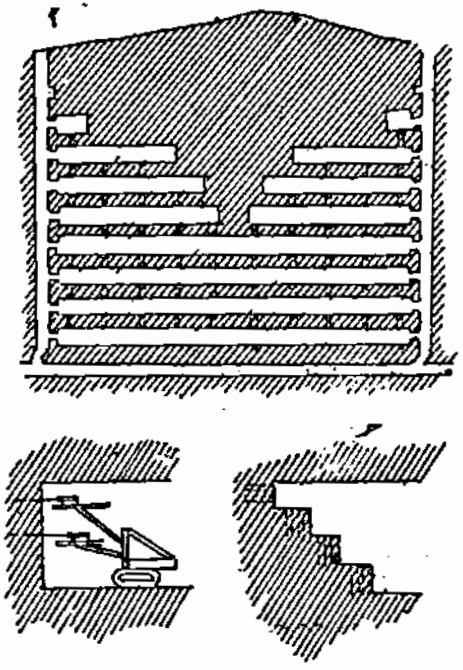
فى هذة الطريقة يتم تكسير الخام مع الاحتفاظ بمنطقة الاستنفاذ لمدة معينة للمحافظة على العاملين ولإتاحة الفرصة لتقدم عمليات الاستخراج، وبعد ذلك تترك المنطقة لينهار السقف تلقائياً أو تسحب الدعائم لمحاولة الوصول إلى حالة التوازن التى كانت موجودة قبل بدء الإستخراج ، وفى بعض الأحوال تبقى منطقة الاستنفاذ مفتوحة حتى نهاية استخراج الخام كله ،وتستخدم هذه الطرق لاستخراج الخامات الشديدة الصلابة ، ويدخل تحت هذه المجموعة عديد من الطرق الفرعية ،منها طريقة الاستخراج الكلى أو المستمر للخام وطريقة الحجرة والعمود وطريقة الاستخراج بممرات الأدوار المساعدة وطريقة الاستخراج بالادوار والحجرات وطريقة السقف المدرج من السقالات نذكر منها طريقة الحجرة والعمود .

طريقة الحجرة والعمود

وهى تستخدم لاستخراج الخامات المعدنية ذات الامتداد الكبير التى يزيد سمكها عن ٥ ــ ٧ أمتار سواء كانت أفقية أو مائلة .

ويجهز الخام كما هو مبين بالشكل رقم (٦٠) بواسطة ممرات رئيسية أفقية، ومنها تشق ممرات مائلة أو قاطعة أو عمودية عليها كل ١٠٠ ــ ٢٠٠ متر . ويتم الاستخراج من الحجرات الموجودة بين هذه الممرات وتقسم الحجرات أعمدة مساعدة تكون المسافة بينها ثابتة ، وتثقب واجهة التشغيل بالحجرة بواسطة آلات التثقيب اليدوية أو عربات التثقيب كما هو مبين فى الشكل (٦٠ــا ، جـ) ويتم تحميل الخام بعد تفجيره من الحجرات إلى وحدات النقل أو يسحب بواسطة الكحاتات وعند وعورة الأرضية قد تُنشأ الممرات المائلة فى الصخور المحيطة ، وحينئذ يلزم إنشاء مجار لهبوط الخام إلى ممرات النقل . وتجدر الإشارة إلى أن هناك حسابات دقيقة لتصميم أبعاد الحجرات والأعمدة فى هذه الطريقة التى تمتاز بارتفاع معدلات الإنتاج وزيادة الكفاءة الانتاجية للعاملين وعدم الاحتياج إلى أعمال تمهيدية وتجهيزية كثيرة بالإضافة إلى الميكنة العالية لعمليات الاستخراج ومن عيوبها فقدان كمية من الخام

أثناء الاستخراج تترك كأعمدة بالإضافة إلى صعوبة التحكم فى ضغط الصخور فى واجهات التشغيل .



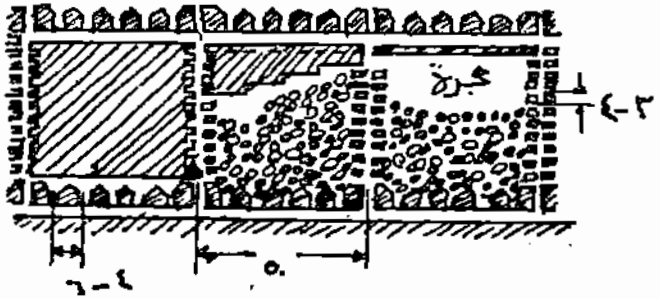
(شكل ٦٠) طريقة الحجرة والعمود للخامات المعدنية

٢ – طريقة تخزين الخام أو طريقة الانكماش :

يعرف تخزين الخام بأنه الإبقاء على جزء من الخام المفجر فى الفراغ المستخرج منه تدعيما للصخور الجانبية فى فترة استخراج الخام من البلوك ولتكوين المستويات أو الأرضية التى يقف عليها العاملون وتوضع عليها الوحدات الميكانيكية المستعملة . وتستخدم هذه الطرق لاستخراج الخامات المعدنية الصلبة المحاطة بصخور أقل صلابة تنفصل لو تركت منطقة الاستنفاذ بدون تدعيم لمدة طويلة . ويمكن استخدام هذه الطريقة لاستخراج الخامات الشديدة الانحدار . كما يمكن فى بعض الأحوال استخدامها لاستخراج الخامات الطبقية الأفقية أو المائلة التى يصل سمكها إلى حوالى ٤٠ = ٥٠ متراً .

وتتلخص هذه الطريقة فى أن الدور الذى يبلغ ارتفاعه من ٤٠ – ٥٠ متراً يقسم إلى بلوكات تتكون من حجرات تخزين وأعمدة ، وأحياناً يطلق على هذه الطريقة طريقة الانكماش

لما يبدو من انكماش ظاهرى فى حجم الحجرة بعد التفجير نتيجة لزيادة حجم الخام المفجر والذى كان يشغل حجماً أقل فى جسم الجبل قبل تفجيره والشكل رقم (٦١) يوضح استخدام هذه الطريقة التى تتلخص فى إنشاء ممرين للنقل والتهوية تصل بينهما ممرات صاعدة تمتد على محاور الأعمدة المتروكة بين الغرف ومنها تفتح مغارات قصيرة تصل إلى حدود الغرفة، ومن ممر النقل السفلى تفتح ممرات علوية كل منها ٦—٨ أمتار ينزل منها الخام بثقله ويتم التجهيز لذلك بتوسيع الفتحة العلوية، وتزود الفتحة السفلية بالبوابات الحاكمة، ويترك بينها أعمدة خاصة لحماية ممر النقل .



(شكل ٦١) طريقة تخزين الخام أو الانكماش

وبعد تجهيز الخام فى الحجرة كلها من أسفل (كما هو فى حالة الحجرة اليسرى بالشكل) تبدأ عملية الاستخراج حيث يقف العمال على الخام المفجر ويقومون بعمل ثقوب إلى أعلى يبلغ طولها حوالى ٢ — ٢,٥ متر وبعدها (بعد التفجير) يملأ الخام المفجر فراغ الغرفة تقريباً ، ولبدء التثقيب مرة أخرى يحمل ثلث الخام المفجر فى عربات عن طريق إسقاطه تحت ثقله خلال البوابات والخام المتبقى يقوم بتكوين أرضية يقف عليها العمال للتثقيب من جديد ، ويستمر العمل حتى يتم تفجير الخام كله من أسفل إلى أعلى ، على أن تترك أعمدة خاصة تحت ممر التهوية العلوى بارتفاع ٤ — ٦ أمتار لحمايته ، وتمثل هذه الخطوات المرحلة الأولى من مراحل الاستخراج ، وتتلخص المرحلة الثانية فى تفريغ الخام المفجر من الحجرة وتحميله فى عربات خلال البوابات ، وقد تملأ الحجرة بعد ذلك بالصخور لتدعيم جوانبها وفى المرحلة الثالثة يستخرج الخام المتروك فى الأعمدة .

وتمتاز هذه الطريقة بعدم الاحتياج إلى أعمال تحضيرية كثيرة وزيادة معدل الإنتاج للعاملين بالحجرة الواحدة ، واستخدام ثقل الخام فى نقله وتحميله فى عربات مما يقلل التكاليف .

ومن عيوب هذه الطريقة فقدان كمية من الخام تترك لحماية ممر النهوية أو تلك التى تترك فى الأعمدة بين الحجرات وقد يتعثر سقوط الخام بسبب تكدسه وانسداد البوابات .

٣ – الاستخراج بطريقة حشو منطقة الاستنفاذ :

تستخدم هذه الطريقة لاستخراج الخامات الصلبة عندما تكون الصخور المحيطة غير صلبة ، إلا أنها تظل متماسكة بدون تدعيم رأسى مباشر على ارتفاع ٤ – ٥ أمتار فى مساحات غير كبيرة .

ويمكن استخدامها لاستخراج الخامات بغض النظر عن سمكها أو ميلها ، وتجدر الاشارة هنا إلى أن هذه الطريقة تستخدم فقط لاستخراج خامات المعادن الثمينة نظراً لارتفاع تكاليفها .

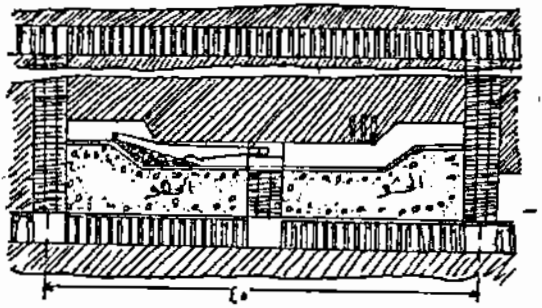
وتتلخص طريقة حشو فراغ الغرفة بنوع من الصخور تستخرج من السطح لكى تقوم بتدعيم الصخور الجانبية فى الحجرة وتكوين أرضية يقف عليها العمال . وفى هذه الطريقة يقسم الدور الذى يبلغ ارتفاعه ٣٠ – ٤٠ متراً إلى بلوكات ، وفى العادة لا تترك أعمدة بين الحجرات ويكون التقسيم بينها بواسطة ممرات صاعدة مدعمة تدعيماً خاصاً وفى حالة الخامات السميكة تترك أعمدة من الخام بين الحجرات .

وتنقسم هذه الطريقة إلى مجموعتين هما :

١ – طريقة الاستخراج على طبقات أفقية مع الحشو .

٢ – طريقة الاستخراج على طبقات مائلة مع الحشو . والشكل رقم (٦٢) يبين طريقة من طرق المجموعة الأولى ، ويتضح منه وضع الممرات الصاعدة فى نهايتى البلوك وتدعيمها . وينقسم الممر إلى ثلاثة أقسام الاثنين المتطرفين لنزول المواد المائلة والمتوسطة للاتصال بالوجهات . ويتم الاستخراج من أعلى إلى أسفل على هيئة طبقات سميكة سمك الواحدة ٢ – ٢.٥ متر ويتوسط البلوك ممر يصعد مع تقدم الاستخراج وينقسم أيضاً إلى ثلاثة أقسام الاثنين المتطرفين لنزول الخامات بالاستعانة بالكحاتات والثالث المتوسط

للتهوية ومرور العمال ، وتستخدم صخور الحشو كأرضيات لوقوف العمال بعد وضع حصيرة معدنية لتمنع اختلاط الخام بصخور الحشو وحتى لا يسقط غبار الخامات الثمينة في الفراغات التي بين صخور الحشو .



(شكل ٦٢) حشو منطقة الاستنفاذ

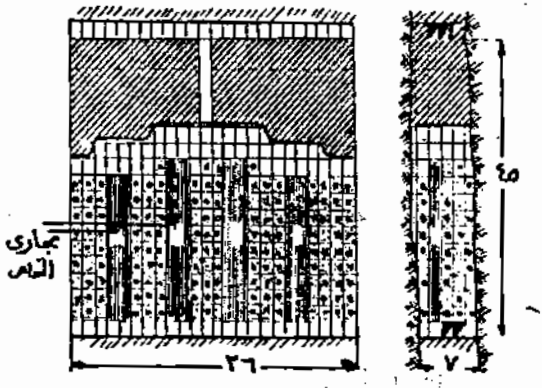
وتمتاز هذه الطريقة بعدم فقدان أى جزء من الخام تقريباً أثناء عملية الاستخراج وإمكان استخراج الخامات ذات الأشكال غير المنتظمة ، كما أنها لا تؤدى إلى حدوث انهيار على السطح ، والعيب الرئيسى هو ارتفاع التكاليف بالاضافة إلى القيام بعمليات حشو كبيرة .

٤ ـ الاستخراج بتدعيم منطقة الاستنفاذ :

تستخدم هذه الطريقة عندما تكون الخامات والصخور المحيطة بها غير متماسكة ، ويتحتم تدعيم السقف والجوانب وفى بعض الأحوال الأرضيات أيضاً . ويتم ذلك بإقامة دعائم خشبية أو معدنية أولا بأول مع تقدم واجهات التشغيل ، ويمكن استخدام هذه الطرق بصرف النظر عن زاوية الميل أو السمك ، وعند استخدامها لاستخراج الخامات السميكة يلزم حشو منطقة الاستنفاذ كتدعيم إضافى حيث إن الدعائم وحدها قد لا تكفى ، وخصوصاً لتدعيم الصخور الجانبية .

وتستخدم هذه الطريقة عادة لاستخراج خامات المعادن الثمينة أو النصف ثمينة نظراً لارتفاع تكاليفها . وكمثال لتطبيق إحدى هذه الطرق يوضح شكل رقم (٦٣) استخراج خام بسمك ٦ـ٨ أمتار شديد الانحدار من أسفل إلى أعلى باستخدام الدعائم المتكررة ، ومن

مميزات هذه الطرق إمكان استخدامها لاستخراج جميع الخامات المعدنية حتى فى أكثر الحالات تعقيداً مع عدم فقدان أى كمية من الخام أو انخفاض درجته خلال عملية الاستخراج، كما يمكن تشغيل عدد من الواجهات فى الأدوار المختلفة مع تلافى حدوث انهيار على السطح، ومن عيوبها زيادة التكاليف واحتمال حدوث حرائق نظراً لوجود كمية كبيرة من أخشاب الدعائم فى مناطق الاستخراج .



(شكل ٦٣) تدعيم منطقة الاستغلال

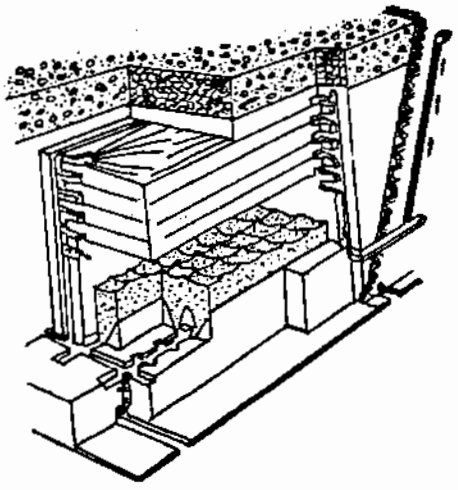
٥ ــ طرق الاستخراج بالانهيار :

فى هذه الطرق لا يتم تدعيم صخور غطاء الخام بصفة مستديمة، ولكنها تترك لتنهار مع تقدم العمل فى استخراج الخام، وتنقسم هذه الطرق إلى مجموعات كثيرة، منها الاستخراج بانهيار الشرائح والاستخراج بانهيار الادوار المساعدة والاستخراج بانهيار الأدوار والاستخراج بانهيار البلوكات ، وسوف نقتصر على إحدى هذه الطرق وهى الاستخراج بانهيار الادوار :

وتستخدم هذه الطريقة لاستخراج الخامات الفقيرة غير السميكة والخامات شديدة الميل ذات السمك الكبير ، وكذلك الخامات الأفقية أو الخفيفة الميل ذات الامتداد الكبير .

وتنقسم إلى طرق فرعية كثيرة يوضح الشكل رقم (٦٤) إحدى هذه الطرق الخاصة باستخراج خام شديد الانحدار، وفى هذه الطريقة يقسم الخام إلى أدوار ارتفاعها من ٥٠ ــ ٧٠ متراً تقسم بدورها إلى بلوكات طولها ٢٠ ــ ٥٠ متراً وتكون هذه البلوكات محاطة من جميع جوانبها ما عدا السقف بالخام أو الصخور التى لم تجر فيها أية عمليات منجمية ويتم الاستخراج فى إحدى البلوكات ويترك المجاور وهكذا فى كلا الاتجاهين ثم يستخرج الخام

من البلوكات التى سبق تركها بطريقة الانهيار ويتم الاستخراج بتفجير الخام فى طبقات أفقية وسقوط الخام تحت تأثير ثقله ثم توجيهه بالكحاتات إلى مجارى التحميل المخصصة لذلك . وتمتاز هذه الطريقة بزيادة الكفاية الإنتاجية وكفاءة العاملين وانخفاض الاستخراج وزيادة عوامل الأمان ، ومن عيوبها فقدان كمية كبيرة نسبياً من الخام وانخفاض درجته خلال عمليات الاستخراج وطول فترة التجهيز وضرورة استخدام طريقتين ، وفى نفس الدور للبلوكات المتجاورة .



(شكل ٦٤) الاستخراج بطريقة انهيار الأدوار

الطرق الخاصة

هناك أنواع عديدة من طرق الاستخراج تحتمها طبيعة الخام ووضعه وطبيعة الصخور المحيطة به والمياه الجوفية وطبوغرافية الأرض . ومعظم هذه الطرق عبارة عن تطور لطرق الاستخراج السابق ذكرها لتلائم طبيعة وظروف الخام الخاصة أو الجمع بين أكثر من طريقة . ومن هذه الطرق طريقة استخراج الملح بضخ المياه فى آبار ليذوب الملح ورفعه بالمضخات بعد ذلك .

وكذلك طريقة استخراج الكبريت بعمل آبار تصل إلى الخام وتوضع فيها أربع أنابيب متداخلة . ثم يضغط ماء ساخن فى الفراغ الموجود بين الأنبوبتين الثانية والثالثة ، ليذوب الكبريت

الذى يترسب فى قاع البئر ليتم رفعه بواسطة مضخة ماصة خلال الأنبوبتين الداخلتين .

كما توجد طرق أخرى مثل الطرق الهيدروميكانيكية سواء تحت سطح الأرض أو على سطح الأرض وفيها يتم فصل الصخور بواسطة قاذفات المياه .

وهناك طريقة خاصة بالفحم وذلك عن طريق تحويله إلى غاز تحت سطح الأرض .

وكذلك طرق خاصة بالاستخراج تحت سطح البحر .

المناجم المكشوفة والمحاجر

تستخرج الخامات عندما تكون قريبة من سطح الأرض بالوسائل السطحية ويتحتم فى هذه الحالة إزالة الغطاء الصخرى لكشف الخام تمهيداً لاستخراجه، وتتم جميع عمليات التعدين على سطح الأرض مباشرة .

وفى السنوات الأخيرة انتشر استخدام الطرق السطحية فى جميع أنحاء العالم، حتى أن بعض البلاد تلجأ إلى هذه الطرق حتى ولو كان الخام على عمق ٣٥٠ متراً من سطح الأرض .

ويرجع التفضيل إلى الأسباب الآتية :

١ ــ زيادة عوامل الأمان .

٢ ــ زيادة الكفاية الإنتاجية .

٣ ــ قلة التكاليف .

٤ ــ قصر فترة الإنشاء والتجهيز .

٥ ــ قلة الكمية المفقودة من الخام .

٦ ــ توفير تكاليف الدعائم والتهوية .

إلا أن هذه الطرق لها عيوب أهمها :

١ ــ التعرض للظروف الجوية من حرارة وبرودة وأمطار .

٢ ــ الاضطرار فى بعض الأحيان إلى استخراج الخامات والصخور التى تكون قد تعرضت لعوامل التعرية مما يجعلها سهلة الانهيار . ويتحتم اتخاذ احتياطيات خاصة للأمن وللمناجم المكشوفة . بعض مكونات تعرف أهمها فيما يلى :

المنجم المكشوف أو المحجر :

وهو المنشأة التى يستخرج منها الخام بالوسائل السطحية ويطلق أيضاً على الواجهات الموجودة على سطح الأرض بغرض استخراج الخامات منها .

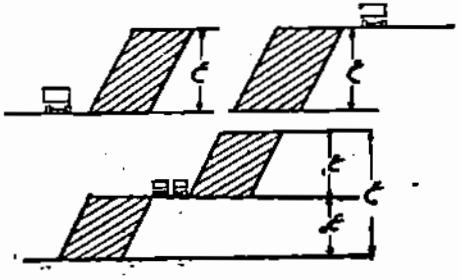
والمحاجر هى المناجم المكشوفة التى تستخرج منها مواد البناء وأحجار الزينة .

وتستغل الخامات والمحاجر بتقسيمها إلى طبقات أفقية تسبق العمليات المنجمية فى كل طبقة، تلك العمليات التى تجرى فى الطبقة التى تحتها ولهذا يأخذ المنجم أو المحجر شكلا مدرجاً .

المصطبة :

تعرف المصطبة بأنها الطبقة الأفقية من الخام المستخرج أو الصخور المزاحة، وبتم تشغيلها كوحدة مستقلة بكل ما يلزمها من معدات ميكانيكية للتثقيب والتفجير والتحميل والنقل .

أما إذا اشتركت مع بعضها فى وسائل النقل المستخدمة على مستوى نقل واحد فيطلق عليها أنصاف مصاطب ، كما هو موضح بالشكل رقم (٦٥) .



(شكل ٦٥) المصطبة ونصف المصطبة

وتتكون المصطبة من :

١ — مستويات التشغيل وتنقسم إلى مستوى علوى وهو السطح ومستوى سفلى وهو الأرضية كما هو موضح بالشكل رقم (٥) .

وتقسم أيضاً إلى مستويات عاملة وغير عاملة .

٢ – منحدر المصطبة وهو المستوى المائل الذى يحدد المصطبة من ناحية التشغيل .

٣ – زاوية ميل المنحدر أو زاوية ميل المصطبة .

٤ – حروف المصطبة . للمصطبة حرفان هما خطا تقاطع منحدر المصطبة مع المستويين الأفقيين العلوى والسفلى ، ويطلق على الحرف العلوى حافة المصطبة .

٥ – واجهة التشغيل وهى منحدر المصطبة أو الجزء الذى تجرى فيه عمليات استخراج الخام أو إزالة الصخور .

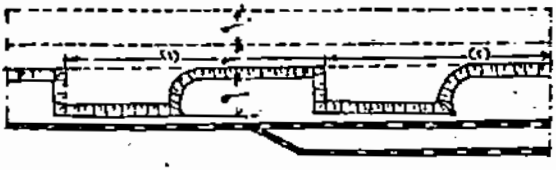
٦ – الخطوة : ويتم تشغيل المصطبة على خطوات تقسيم المصطبة عرضياً وطول الخطوة عادة يساوى مقدار التقدم أو تحرك الكراكة أو الجاروف الميكانيكى فى الاتجاه العمودى على امتداد المصطبة .

٧ – جبهة العمل فى المصطبة ، وهى البلوكات المجهزة للاستخراج .

٨ – البلوك هو جزء المصطبة الذى يتم تشغيله بمجموعة مستقلة من ماكينات التثقيب والتفجير والتحميل كما هو مبين فى شكل رقم (٦٦) .

٩ – جبهة الاحتياط وهى البلوكات غير المجهزة .

١٠ – منطقة الاستنفاذ .



(شكل ٦٦) طريقة تشغيل البلوكات

ويطلق عليها أحياناً ظهر المنجم المكشوف أو المحجر ، وتتكون نتيجة لاستخراج الخام . والسطوح الجانبية لهذه المنطقة هى جانب المحجر وتتكون من منحدارت ومستويات الدرجات المختلفة ، والجانب الذى تجرى فيه عمليات التشغيل يسمى الجانب الشغال أما الجانب الآخر فيسمى الجانب البطال .

١١ – جبهة عمل المنجم المكشوف أو المحجر هى الامتداد الكلى لجبهات جميع الدرجات .

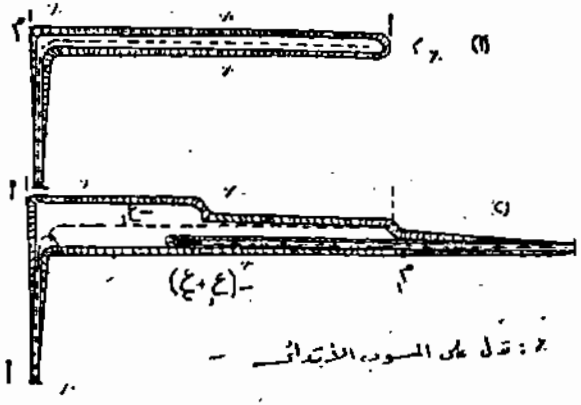
١٢ – قاع المنجم المكشوف أو المحجر هو المستوى الأسفل للمنجم أو المحجر .

١٣ – حدود المنجم المكشوف أو المحجر هو خط تقاطع جوانبه مع سطح الأرض .

ويوضح الشكل رقم (٦٧) جميع هذه المكونات .

(شكل ٦٧) حدود المنجم المكشوف

١٤ – الخندق أو الترنش وهو تجويف منشأ على سطح الأرض مقطعة على هيئة شبه منحرف كما هو مبين فى شكل رقم (٦٨) .



(شكل ٦٧) حدود المنجم المكشوف

وتوجد أنواع ثلاثة من الترنشات الرئيسية :

١ – الترنشات الأساسية وهى من سطح الأرض إلى المصطبة العاملة أو من مصطبة عاملة إلى أخرى يتم تجهيزها للتشغيل .

٢ – ترنشات مقطعية وتنشأ بغرض تجهيز الجبهة الأولى للعمل وتكون عادة أفقية وتعتبر امتداداً للترنش الأساسى .

٣ – الترنشات الخاصة وتنشأ لأغراض خاصة مثل رفع المياه من القاع أو صعود العاملين وغير ذلك .

بعد هذه التعريفات يمكن تعريف حقل المنجم بأنه المساحة التى يستخرج منها الخام بواسطة المنجم المكشوف أو المحجر ، ويعد الحقل مجهزاً بعد عمل الترنشات الأساسية والمقطعية.

– معامل الإزاحة وهو النسبة بين كمية الصخور المزاحة إلى كمية الخام المستخرج سواء بالحجم أو الوزن .

المراحل الأساسية للاستخراج السطحى للخامات

يتم الاستخراج السطحي للخامات على المراحل الأساسية التالية :

١ – اختيار الموقع وتحديد الاتجاه العام للتشغيل .

٢ – إعداد السطح ويتم بإزالة العوائق الطبيعية .

٣ – التجفيف المبدئى بصرف المياه المنجمية من الخام والصخور المحيطة به ومنع أية مياه قد تتسرب من السطح إلى التجاويف المنجمية .

٤ – تجهيز الخام وإعداده ويتم بعمل الممر اللازم لنقل الوحدات الميكانيكية من السطح إلى المستويات المختلفة للتشغيل وكذلك عمل جهة التشغيل الأولية بواسطة الترنشات الرئيسية والمقطعية .

٥ – الإزاحة والتكويم ، والغرض هو كشف الخام بإزاحة ما يغطيه من الصخور وتكويمها فى الأماكن المخصصة لذلك .

٦ – الاستخراج وهو استخراج الخام من موقعه ثم تخزينه فى الأماكن المعدة لذلك ، وبعد فترة من بدء التشغيل تجرى عمليات الازاحة والاستخراج فى نفس الوقت فى مصاطب مختلفة .

وتتم مراحل التجهيز والإزاحة والاستخراج بالترتيب التالى :

١ – فصل الخام أو الصخور المزاحة من كتلتها .

٢ – تحميل المواد الناتجة من عمليات التفجير .

٣ – نقلها بوسائل النقل المخصصة لذلك .

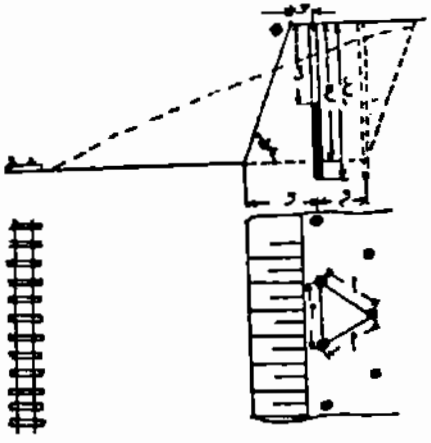
التثقيب والتفجير

تتم عمليات التثقيب والتفجير فى المناجم المكشوفة والمحاجر فى أغلب الأحيان بإحدى الطريقتين الآتيتين :

١ – طريقة الثقوب المشحونة بشحنات من المواد المتفجرة وفيها توزع الثقوب على طول المصطبة كما هو مبين فى الشكل رقم (٦٩) فى صف مواز لحافة المصطبة وتكون الثقوب عمودية أو مائلة وتوضع المتفجرات فى الثقوب وتسد بسدادات من الطفلة المبللة ويجب أن يكون طول السدادة مساوياً أو أكثر لطول خط أقل مقاومة (و) وهو أقل مسافة بين مركز الشحنة وأقرب سطح مكشوف ويتم تفجير الثقوب بالتتابع أو فى مجموعات، وبذا يتفتت الصخر .

٢ – طريقة مغارات التفجير الصغيرة ، وفيها توضع الشحنة فى فتحات منجمية صغيرة داخل كتلة الصخر ، ويتم تفجيرها ، وتستخدم عادة فى المناجم المكشوفة والمحاجر المتوسطة الحجم ذات معدلات الإنتاج الصغيرة ، وفى حالة زيادة ارتفاع المصطبة عن ٦ أمتار. وهناك غرف التفجير فيها تكون غرف الشحنات كبيرة فقد تبلغ عشرات وأحياناً مئات الأطنان .

وتجرى حالياً بعض البلاد تجارب على استخدام التفجيرات النووية فى عمليات المناجم الكبيرة .



(شكل ٦٨) الترنشات الأساسية والقطعية

ماكينات التثقيب

تستخدم الماكينات الدقاقة لعمل الثقوب فى الصخور الشديدة والمتوسطة الصلابة، أما فى حالة الصخور اللينة والمفككة فتستخدم الماكينات الدوارة .

أعمال الجرف والتحميل

تعتبر أعمال الجرف والتحميل الميكانيكية أساسية لطرق الإستخراج السطحى للخامات، ويطلق على الماكينات الذاتية الحركة المخصصة لجرف التربة والصخور المفككة ورفعها بواسطة كبشة إلى نقطة التفريغ اسم كراكة ، وتنقسم الكراكات إلى :

١ — كراكة ذات كبشة واحدة تقوم بعمليتى الجرف والرفع .

٢ — كراكة متعددة الكبشات وتقوم بعمليتى الجرف والرفع بواسطة عدد من الكبشات مثبتة على جنزير وهى ذات طاقة عالية جداً تبلغ من ٣٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠ متر مكعب فى الساعة وأكثر .

استخدام البلدوزرات والكحاتات فى أعمال المناجم المكشوفة

البلدوزرات عبارة عن جرار متحرك ومجهز بسكينة قاطعة للتربة أو الصخور المخلخلة.

ويعد البلدوزر ماكينة شائعة تستخدم فى المناجم المكشوفة والمحاجر لعمليات التشغيل الأساسية، كازاحة الصخور ونقلها والعمليات الثانوية كتنظيف المستويات السفلية للمصاطب وتسوية أكوام الصخور وتمهيد الطرق .

وتستخدم المخلخلات فى حالة ضرورة خلخلة الصخور قبل إزاحتها ونقلها بواسطة البلدوزر . والمخلخلات أشبه ما تكون بالمحراث . فهى ذات سلاح مستطيل أو مربع فى مقطعه . مدبب فى نهايته بطول حوالى نصف متر مكعب على جرار . ويتم تحريك السلاح لخلخلة الصخور ثم تتم عملية الإزاحة والنقل بالبلدوزر .

النقل فى المناجم المكشوفة والمحاجر

تتميز عمليات الاستخراج والإزاحة فى المناجم المكشوفة والمحاجر بضرورة نقل أحجام كبيرة من الصخور المزاحة والخام المستخرج من واجهات التشغيل إلى نقط التفريغ، وهى الأكوام والمفارغ وقواديس التحميل وأماكن تجهيز الخام .

وتنقسم طرق النقل الأساسية إلى ثلاث طرق :

١ — النقل بالسكك الحديدية .

٢ — النقل بالسيارات والجرارات .

٣ — النقل بالسيور الناقلة .

النقل بالسكك الحديدية

يحتل المكان الأول فى هذا النوع من الاستخراج، وتستخدم السكك الحديدية ذات الاتساع الكبير، ويبلغ الاتساع بين محورى القضيبين ١٥٢٤ مم وينحصر استخدامها فى المناجم المكشوفة والمحاجر ذات الطاقة الانتاجية العالية ، كما تستخدم السكك الحديدية الضيقة ٧٥٠مم والديكوفيل ٦٠٠مم فى حالة الطاقة الإنتاجية المنخفضة وعموماً تستخدم السكك الحديدية فى النقل إلى مسافة طويلة نسبيًّا .

وتكون السكك ثابتة فى المداخل الدائمة لمستويات التشغيل على سطح المنجم المكشوف أو المحجر، ومتنقلة أو مؤقتة عند واجهات التشغيل، وتتكون القطارات من القاطرات والعربات المكشوفة وتفرغ ذاتيًّا .

ومن حيث القوى المحركة للقاطرات تنقسم إلى :

قاطرات بخارية وقاطرات كهربية وقاطرات كهرود ديزل وقاطرات ديزل . . . . .

فالقاطرات البخارية ذات كفاءة منخفضة . أما القاطرات الكهربائية فتمتاز بقلة التكاليف . إلا أنه يلزمها شبكة كهربية تصل إلى واجهات التشغيل والأماكن الأخرى مما يعرقل عمليات التفجير إلى حد ما . أما قاطرات الديزل فقد لاقت نجاحاً كبيراً فى المناجم المكشوفة

والمحاجر ذات المعدلات الإنتاجية الصغيرة، أما القاطرات الكهروديزل فهي أحدث الأنواع وتمتاز بكفاءة عالية .

النقل بالسيارات والجرارات .

يلقى هذا النوع انتشاراً كبيراً فى ظروف ج. م. ع. حيث المناجم المكشوفة والمحاجر ذات طاقة إنتاجية متوسطة، والكثير منها يستغل فى زمن قصير نسبياً، فضلا عن قصر مسافات النقل فى أغلب الأحوال .

وتستخدم السيارات الكبيرة المزودة فى بعض الأحوال بمقطورة لنقل الخام والصخور المزاحة ، ويمتاز هذا النوع من النقل بالآتى :

١ — القدرة الكبيرة على الحركة والمناورة .

٢ — إمكان النقل فى حالة الانحدارات الكبيرة .

٣ — إمكانية الدوران على أقطار أقل بكثير من السكك الحديدية .

وتختلف حمولة السيارات من ٥ — ١٠ — ٣٥ وأحياناً تصل إلى ١٠٠ طن . ومن الضرورى الاهتمام بصيانة السيارات حتى نضمن حسن استخدامها وزيادة كفاءتها وعدم استهلاكها قبل الزمن المقرر لذلك .

النقل بالسيور

تستخدم السيور الناقلة فى نقل الخامات والصخور المفككة، أما الصخور والخامات ذات الحجم الكبير فلا يمكن نقلها بهذه الطريقة إلا بعد تكسيرها، وتمتاز السيور الناقلة بأنه يمكن استخدامها على ميول كبيرة تصل إلى ١٨ — ٢٠° ومن عيوبها صعوبة العمل فى البرودة الشديدة وفى أثناء هطول الأمطار وسرعة استهلاك السيور خصوصاً عند نقل كتل كبيرة وعدم إمكان استخدامها فى المنحنيات .

عمليات التكويم

فى معظم عمليات الاستخراج السطحى للخامات تزاح الصخور المغطية للخام أو المحيطة به وتنقل إلى أماكن معدة لذلك يطلق عليها أكوام الصخور المزاحة، وتستخدم لهذا الغرض عادة منطقة استنفاذ المنجم المكشوف أو المحجر ، وفى هذه الحالة يطلق عليها أكوام (الأكوام الداخلية) وتمتاز بقربها من أماكن التشغيل وعدم الحاجة إلى شغل أرضية إضافية خارج حدود منطقة العمل، وإذا تعذر استخدام منطقة الاستنفاذ يجب تخصيص مساحة من المنجم أو المحجر، وفى هذه الحالة تسمى الأكوام العليا أو الخارجية ، وتنقسم عملية التكويم إلى المراحل التالية :

١ — تحميل الصخور ونقلها إلى أماكن التكويم :

٢ — التفريغ فى الأكوام وتسوية السطح .

وفى المناجم المكشوفة العالية الميكنة لتشغيل الخامات الأفقية المغطاة بالصخور المفككة تتم ازاحة الصخور بالكراكات المتعددة الكباشات مع الاستعانة بكبارى الأكوام مباشرة لتشوين الصخور المزاحة فى منطقة الاستنفاذ . وكبارى الأكوام عبارة عن هياكل حديدية تقوم بحمل السير الناقل، وتحمل هذه الهياكل على دعامتين تتحركان على جنزير أو على مجموعتين من العجلات تتحرك على قضبان حديدية .

تمهيد وتجهيز المناجم المكشوفة والمحاجر

ويقصد بعمليات التجهيز القيام بعمل :

مجموعة من التجاويف المنجمية التى تفسح ممرًا من سطح الأرض إلى مستويات التشغيل والصخور المغطية أو المحيطة بالخام بهدف ايجاد اتصال بين واجهات التشغيل أو الازاحة ونقط الاستقبال — ويعتبر هذا من أهم أعمال الاستخراج السطحى للخامات، إذ يمثل الجانب المستديم من المنشآت فضلا عن أنه يشمل الدراسات المختلفة للطرق ووسائل النقل كما يشمل حساب الأحجام الواجب تشغيلها .

ويكون التشغيل عادة بواسطة عمل الترنشات الأساسية. ويطلق عليه التجهيز بالترنشات.

ويطلق على الترنش الأساسى الترنش الخارجى أو العلوى إذا كان خارجاً عن حدود المنجم، أما إذا كان فى داخل حدوده فيسمى الترنش الداخلى . . والترنشات الأساسية يمكن أن تقوم بخدمة جميع مصاطب المنجم أو مجموعة منها أو مصطبة واحدة . وطبقاً لذلك تسمى الترنشات العامة أو المجمعة أو المستقلة على الترتيب .

طريقة إنشاء الترنش

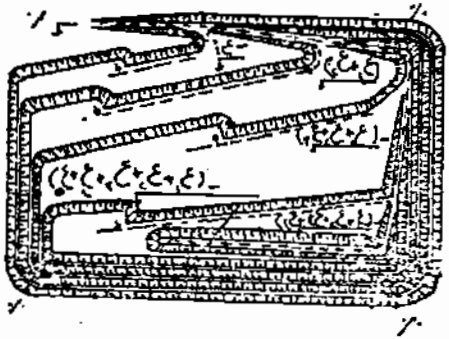
تتحدد أساساً طبقاً لنوع الصخور والوحدات الميكانيكية المستخدمة فى التحميل والنقل، وأكثر طرق التجهيز انتشاراً هى :

١ — التجهيز بالترنشات المستقلة ، وتتلخص هذه الطريقة فى عمل ترنش مستقل لكل مصطبة من مصاطب التشغيل، وقد تكون داخلية أو خارجية كما هو مبين فى (الشكل رقم ٦٨)، وتستخدم هذه الطريقة عادة للركائز الأفقية أو قليلة الميل فى حالة عدم زحلحة مصاطب التشغيل عن اثنين أو ثلاثة .

وينشأ ترنش أو اثنان لخدمة مصاطب الإزاحة وغيرها لخدمة مصطبة الاستخراج .

٢ — التجهيز بترنشات عامة :

وفى هذه الطريقة تتجمع كل الترنشات فى ترنش واحد رئيسى كما هو مبين فى (الشكل رقم ٧٠) . وتستخدم هذه الطريقة للركائز المائلة والتى تقع على أعماق كبيرة نسبياً ،



(شكل ٧٠) التجهيز بترنشات عامة

وقد يزيد عدد مصاطب المنجم عن ست مصاطب، وفى هذه الحالة يأخذ الترنش شكلا مدرجاً .

ومن مميزات هذه الطريقة أنه فى حالة زيادة العمق فإن توحيد الترنشات فى ترنش واحد عام يؤدى إلى تقليل الأعمال المنجمية والانشائية للتشغيل بالمقارنة بالترنشات المستقلة، ومن عيوب هذه الطريقة تجمع وحدات النقل من جميع أنحاء المنجم فى نقطة واحدة مما يسبب ارتباكاً وتعقيداً فى عملية النقل

الطرق المنجمية السطحية

تعرف الطرق المنجمية السطحية بأنها مجموعة الأعمال المنجمية الاقتصادية المنتجة والمحققة لشروط الأمن التى تجرى بها عمليات الازاحة والاستخراج .

وتتم جميع العمليات على هيئة مصاطب من أعلى إلى أسفل، وترتبط فى أغلب الأحوال بنقل أحجام كبيرة من الصخور المزاحة ، ولذلك فإن وسيلة الإزاحة هى التى تحدد أهم وأبعاد الطريقة المنجمية، ويمكن تقسيم طرق تشغيل المناجم المكشوفة إلى المجموعات الرئيسية الآتية :

١ — طرق منجمية لا تستخدم فيها الوحدات الناقلة لإزاحة الصخور .

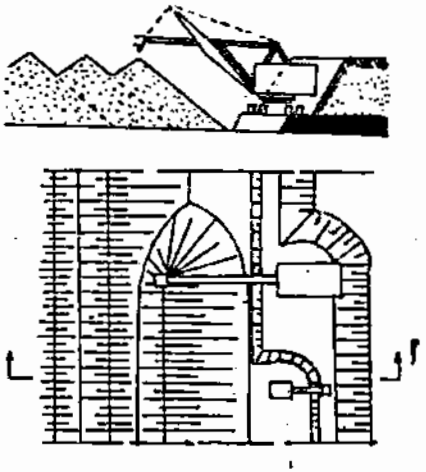
٢ — طرق منجمية مع النقل بالوحدات الناقلة .

٣ — طرق مركبة من المجموعتين ١ ، ٢ .

١ — الطرق المنجمية بدون استخدام الوحدات الناقلة لإزاحة الصخور وفيها تستخدم نفس الكراكة فى إزاحة الصخور وتكويمها ، ويميزها أن حركة الصخور المزاحة بواسطة الكراكات إلى الأكوام تكون عرضية أو عمودية على اتجاه تقدم الواجهة مع تكويم الصخور فى أكوام داخلية .

وأبسط هذه الطرق موضح فى (الشكل رقم ٧١) .

حيث يقوم جاروف ميكانيكى بعملية الإزاحة ويكون فى مستوى السطح العلوى للخام بعد كشفه . ويقوم مباشرة بتكويم الصخور المزاحة فى الكوم الداخلى



(شكل ٧١) الاستخراج بطريقة الإزاحة المباشرة

المخصص لها . ويقوم جاروف ميكانيكى آخر باستخراج الخام .

ويتم تشغيل الخامات عادة بهذه الطريقة إذا كان الخام متوسط السمك أو رفيعاً، وكذلك فى حالة الترسيب، الأفقى أو المائل ميلا بسيطاً، وعادة تستخدم هذه الطريقة للخامات الطبقية مثل الفحم والبوكسيت والفوسفات والحديد .

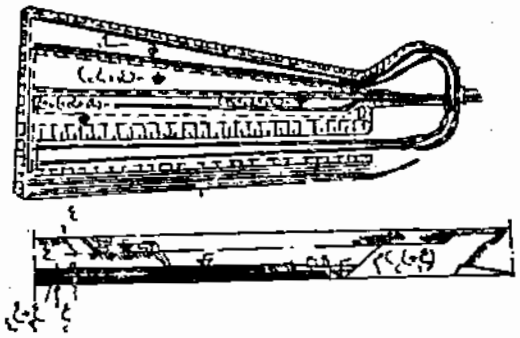
وتعد تكاليف الاستخراج بهذه الطريقة، أى بدون وحدات نقل، أقل ما يمكن بالنسبة لجميع طرق الاستخراج السطحية . ومن عيوب هذه الطريقة عدم امكان ايجاد احتياطى كبير من الخام المجهز وضرورة استخدام الكراكات الضخمة فى عمليات الإزاحة بالإضافة إلى استخدام هذه الطريقة فى ظروف محدودة .

٢ — طرق الاستخراج مع استخدام الوحدات الناقلة لإزاحة الصخور ، وفى هذه الطرق تنقل الصخور المزاحة من واجهات التشغيل بأية طريقة من طرق النقل ، وتنقسم هذه الطرق إلى طرق كثيرة تبعاً لوحدات النقل المستخدمة وطريقة التكويم . وهذه الطرق أكثر تعقيداً من الناحية الهندسية وأكثر تكلفة من طرق المجموعة الأولى . وفى نفس الوقت هى أكثر الطرق استخداماً فى المناجم المكشوفة والمحاجر وذلك بسبب إمكان استخدامها فى جميع الأحوال تقريباً .

وعند استخدام هذه الطرق تكون عمليات الاستخراج والإزاحة شبه مستقلتين مما يتيح الفرصة لايجاد احتياطى كبير من الخام المجهز . ومن أهم مميزات هذه الطرق أن أبعاد عناصر المنجم لا تكون مرتبطة بأبعاد الوحدات الميكانيكية المستخدمة ارتباطاً وثيقاً

وثيقاً كما هى الحالة فى المجموعة السابقة .

وتتم عملية الإزاحة عادة بالكراكات الميكانيكية أو الجاروف الميكانيكى ، ويبين (شكل رقم ٧٢) هذه الطريقة .



(شكل ٧٢) الإزاحة الميكانيكية

٣ – طرق الاستخراج المركبة من المجموعتين ١ ، ٢ :

وفى هذه المجموعة تنقل الصخور المزاحة من المصاطب العليا بواسطة وحدات ميكانيكية إلى الأكوام الخارجية ، أما الصخور المزاحة من المصاطب السفلى فيتم تكويمها مباشرة بدون نقل فى الأكوام الداخلية .

الاستخراج السطحى للخامات المنقولة

الخامات المنقولة هى خامات رسوبية ثانوية نتجت عن تفتت خاماتها الأصلية وانتقالها إلى أماكن أخرى حيث تم ترسيبها بعيداً عن مكانها الأصلى . ومن هذه الخامات :

(الذهب ، والبلاتين ، والولفرام ، والقصدير ، وغيرها) .

وعادة تترسب فى بدء تكوينها فى قيعان الأنهار أو وديان حديثة وتغطيها الرمال . وعند استخراج هذه الخامات بالطرق المنجمية (تحت سطح الأرض) فإنها تستخرج على شكل طبقات كما هو الحال فى الفحم والفوسفات ، أما عند استخراجها سطحياً فيتم بالطرق المعتادة فى حالة عدم وجودها تحت سطح الماء على شكل مصاطب بالاستعانة بالكراكات وغيرها . أما استخراجها سطحياً عندما تكون مغمورة بالماء فيتم ذلك بواسطة الدردج وهو عبارة عن وحدة ميكانيكية عائمة بها كراكة عائمة متعددة الكباشات ومجموعة ميكانيكية لغسيل وتركيز الخام وفصله .