

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université du 20 Août 1955 Skikda

Faculté de Technologie

Département de Génie Mécanique



N1°d'ordre :D012121021D

THESE

Présentée en vue de l'obtention du diplôme de

DOCTORAT LMD

Filière : Electromécanique

Spécialité : Mécanisation Industrielle

THEME

**Etude et Amélioration (Optimisation)
de l'Energie d'un Coup du Marteau
Perforateur**

Présentée par :

SOUILAH NADJET

Soutenue le :/..../2021

Devant le Jury composé de :

Président	Lachouri	Abderrazak	Pr	U. de Skikda
Rapporteur	Zahzouh	Zoubir	MCA	U. de Souk Ahras
Examineur	Hadjadj	Aoul Elias	Pr	U. de Annaba
Examineur	Bouzaouit	Azzeddine	Pr	U. de Skikda

Université 20 Aout 1955 – Skikda

Faculté de Technologie

Département de Génie Mécanique

Doctorante : SOUILAH NADJET

Filière : Electromécanique Spécialité : Mécanisation industrielle

Encadreur : Dr ZAHZOUH Zoubir Grade : MCA

Résumé

L'exploitation des ressources naturelles a continué d'augmenter. Des pays du monde entier exploitent des matières premières telles que le minerai, le fer, le zinc et le cuivre pour lesquelles les exploitations doivent produire une grande partie de ces ressources avec diverses variétés de machines de forage pour être rentables. De nombreux chercheurs ont réalisé des tests en laboratoire afin de déterminer les indices d'utilisation et les caractéristiques techniques. La base méthodique du travail de recherche consiste à trouver la combinaison de paramètres de commande machine satisfaisant les exigences énumérées dans les conditions concrètes, et à exploiter les machines en régime rationnel. En 1857, l'ingénieur français Sommeiller a modifié une machine à vapeur en une machine de forage qui fonctionne à l'air comprimé. Cette machine a été utilisée lors du creusement d'un tunnel dans les Hautes Alpes (France). Ensuite, dans les travaux souterrains, le forage peut être effectué à l'aide de diverses machines, qui peuvent être regroupées en deux grands groupes: les perceuses à percussion et les perceuses. D'autres travaux ont proposé le concept d'énergie spécifique comme guide pour évaluer la capacité de forage dans la roche. Un article a déclaré que l'énergie spécifique peut être exprimée en volume unitaire ou en nouvelle

surface, ce qui n'est pas une propriété intrinsèque fondamentale de la roche car le forage à percussion est largement utilisé dans l'exploitation minière et la construction pour forer des trous dans la roche. Habituellement, le perforateur, contenant un marteau alternatif, est placé à l'extérieur du trou. Le mode de forage à percussion est très répandu lors de l'exploitation des gisements de minerai. En 1968, le premier perforateur hydraulique voit le jour, conçu par la firme française Montabert et mis en service deux ans plus tard. Ce type de perforateur présente plusieurs avantages par rapport aux perforateurs pneumatiques, tels que: un haut rendement de 4 à 6 fois, une puissance de 4 à 5 fois supérieure, une vitesse de forage de 1,5 à 2 fois supérieure et une consommation d'énergie inférieure à 70%. Ces avantages ont accéléré l'évolution de ces perforateurs et leur construction a été généralisée à travers les autres firmes spécialisées. Le progrès de la technique de construction des perforateurs s'est accompagné de la perfection correspondante des forets, des feuilles, des affûteuses ainsi que de leur technologie de fabrication. Parmi les outils utilisés, on peut citer les forets à boutons, dernière création de nos jours qui ne nécessite pas d'affûtage. Le critère énergétique est très efficace pour la destruction de roches volumineuses dans les calculs empiriques de la technologie de forage et qui est théoriquement validé; ainsi prouvé expérimentalement dans le forage à percussion rotative dans les mines en Russie. Un autre article traite de la prédiction en temps réel de l'usure des forets en combinant l'énergie de la roche et les concepts de force de forage. Dans ce travail, un calcul optimal est effectué pour déterminer l'énergie d'un coup de marteau perforateur. Cela permet d'assurer une bonne exploitation de la machine afin d'évaluer leurs caractéristiques techniques et économiques de conception. Les calculs des pertes d'énergie d'un coup sont effectués par la formule de Baron et Ghraïner, qui nous permet de calculer la vitesse de forage et de déduire un coup l'énergie. Ensuite, afin

d'extraire les valeurs optimales des productivités à travers la détermination des paramètres rationnels du mode de fonctionnement des machines, un modèle statistique du théorème de GAUSS-MARKOV a été introduit.

La thèse est composée de quatre chapitres :

Le premier chapitre, est consacré pour l'étude de l'art, ainsi que le choix de la mécanisation a une incidence directe sur les coûts et les rendements. Le but de toute entreprise est d'assurer une exploitation optimale de ces ressources en tenant compte de leurs diverses caractéristiques techniques, économiques et humaines.

L'objectif de ces travaux de recherches a été mené pour optimiser la vitesse de pénétration et l'énergie d'un coup lors de forage percutant afin d'évaluer économiquement l'influence des paramètres principaux tels que les paramètres de réglage et le diamètre de l'outil de forage sur l'efficacité de fonctionnement des machines de forage

Le contrôle de ces paramètres est nécessaire pour travailler dans de bonnes conditions: progrès de l'outil de coupe, évacuation régulière des débris et stabilisation des parois des trous etc. La réglementation de toutes ces conditions pour une performance de forage efficace mérite d'être améliorée. Pour ce faire, il est nécessaire de choisir la méthode d'optimisation et d'atteindre cet objectif.

Notre étude a porté en particulier sur le forage roto-percutant au niveau de la carrière de fill-filla par marteau percutantes. Une première étude est réalisée en considérant les résultats de recherche théorique qui portent sur l'influence de quelques paramètres contrôlables et non contrôlables de forage sur la vitesse de pénétration et l'énergie d'un coup .

Dans le deuxième chapitre on a étudié les principales propriétés physicomécanique et les procédés de détermination des propriétés mécanique de la roche, et on a fait des applications de ces procédé sur la roche choisissiez (le marbre) qui exige une diversité des méthodes d'extraction, résulte de la propriété physicomécanique de la roche et la configuration du gisement. Le choix de l'outil de forage s'effectue selon les propriétés physicomécaniques et l'état de la roche ainsi que les paramètres des trous forés.

Dans le troisième chapitre on a élaboré les essais d'exploitation et des essais de laboratoire pour déterminer les indices d'exploitation et la caractéristique technique. L'analyse de ces méthodes montre qu'elles sont basées sur les connaissances des particularités de l'interaction de l'outil contre la roche ; et on choisi le type du perforateur pneumatique Atlas copco de type (RH571-4W).

Dans le quatrième chapitre on a vérifié les méthodes de calcul d'après les recherches expérimental et on a étudié l'influence du métrage des trous forés sur la vitesse de forage. Sachant que les paramètres de réglage influent considérablement sur les paramètres de sortie et La productivité du perforateur dépendent des paramètres du régime de forage.

En résultat de recherches réalisées, on a abouti à la conclusion que dans les conditions des carrières employant les moyens de forage défini, il est préférable d'utiliser le critère de prix du revient d'un mètre de trou foré pour déterminer les paramètres des régimes de fonctionnement rationnels.

Université 20 Aout 1955 – Skikda

Faculté de Technologie

Département de Génie Mécanique

Doctorante : SOUILAH NADJET

Filière : Electromécanique Spécialité : Mécanisation industrielle

Encadreur : Dr ZAHZOUH Zoubir Grade : MCA

Abstract

The exploitation of natural resources continued to increase. Countries all over the world are mining raw materials such as ore, iron, zinc and copper for which firms have to produce a large part of these resources with various varieties of drilling machinery to be profitable. Many researchers have carried out laboratory tests to determine the indices of use and technical characteristics. The methodical basis of the research work is to find the combination of machine control parameters satisfying the listed requirements under concrete conditions, and to operate the machines rationally. In 1857, the French engineer Sommeiller modified a steam engine into a drilling machine that runs on compressed air. This machine was used during the digging of a tunnel in the Hautes Alpes (France). Then, in underground work, drilling can be carried out using various machines, which can be grouped into two large groups - impact drills and drills. Other work has proposed the concept of specific energy as a guide to assess the capacity of drilling in rock. One paper stated that specific energy can be expressed as unit volume or new surface, which is not a fundamental intrinsic property of rock as percussion drilling is widely used in mining and construction for drill holes in the rock. Usually the perforator, containing a reciprocating hammer, is

placed outside the hole. The percussion drilling method is very widespread during the exploitation of ore deposits. In 1968, the first hydraulic drill saw the light of day, designed by the French firm Montabert and put into service two years later. This type of perforator has several advantages over pneumatic perforators, such as: high efficiency of 4 to 6 times, power of 4 to 5 times higher, drilling speed of 1.5 to 2 times higher and consumption of energy less than 70%. These advantages have accelerated the evolution of these perforators and their construction has been generalized through other specialized firms. Along with the progress in the construction technique of perforators, the corresponding perfection of drills, sheets, sharpeners and their manufacturing technology has been achieved. Among the tools used, we can cite button drills, the latest creation nowadays which does not require sharpening. The energy criterion is very effective for the destruction of large rocks in empirical calculations of drilling technology and which is theoretically validated; thus proved experimentally in rotary percussion drilling in mines in Russia. Another article deals with the real-time prediction of drill bit wear by combining rock energy and the concepts of drilling force. In this work, an optimal calculation is made to determine the energy of a hammer blow. This ensures proper operation of the machine in order to assess their technical and economic design characteristics. The calculations of the energy losses at a stroke are made by the Baron and Ghraier formula, which allows us to calculate the drilling speed and deduce the energy for a stroke. Then, in order to extract the optimal values of the productivities through the determination of the rational parameters of the operating mode of the machines, a statistical model of the GAUSS-MARKOV theorem was introduced. The thesis is made up of four chapters: The first chapter, is devoted to the study of the art, so that the choice of mechanization has a direct bearing on costs and returns. The goal of any business is to ensure optimal

use of these resources, taking into account their various technical, economic and human characteristics. The objective of this research work was carried out to optimize the penetration speed and the energy of a blow during percussion drilling in order to economically evaluate the influence of the main parameters such as the setting parameters and the diameter of the bore. drilling tool on the operating efficiency of drilling machines. The control of these parameters is necessary to work in good conditions: progress of the cutting tool, regular evacuation of debris and stabilization of the walls of the holes, etc. The regulation of all of these conditions for efficient drilling performance needs to be improved. To do this, it is necessary to choose the optimization method to achieve this purpose. Our study focused in particular on rotary percussion drilling at the fill-filla quarry by percussion hammer.

A first study is carried out by considering the results of theoretical research which relate to the influence of some controllable and uncontrollable parameters of drilling on the speed of penetration and the energy of a blow. In the second chapter we studied the main physic-mechanical properties and the methods of determining the mechanical properties of the rock, and we made applications of these processes on the selected rock (marble) which requires a variety of extraction methods, results from the physic-mechanical property of the rock and the configuration of the deposit. The choice of the drilling tool is made according to the physic-mechanical properties and the condition of the rock as well as the parameters of the drilled holes. In the third chapter, the operating tests and laboratory tests were developed to determine the operating indices and the technical characteristic. The analysis of these methods shows that they are based on the knowledge of the particularities of the interaction of the tool against the rock; and we chose the type of Atlas copco type pneumatic hammer (RH571-4W). In the fourth chapter we checked the calculation methods

according to the experimental research and we studied the influence of the borehole measurement on the drilling speed. Knowing that the adjustment parameters have a considerable influence on the output parameters and the productivity of the perforator depends on the parameters of the drilling regime. As a result of research carried out, we came to the conclusion that under the conditions of quarries employing the defined drilling means, it is preferable to use the cost price criterion of a meter of drilled hole to determine the parameters of the schemes rational operations.

Université 20 Aout 1955 – Skikda

Faculté de Technologie

Département de Génie Mécanique

Doctorante : SOUILAH NADJET

Filière : Electromécanique Spécialité : Mécanisation industrielle

Encadreur : Dr ZAHZOUH Zoubir Grade : MCA

ملخص

ان استمرار استغلال الموارد الطبيعية في الازدياد. لذا تقوم البلدان في جميع أنحاء العالم بتعدين المواد الخام مثل الخام والحديد والزنك والنحاس والتي يتعين على المؤسسات أن تنتج جزءًا كبيرًا من هذه الموارد بأنواع مختلفة من آلات الحفر لتكون مربحة. أجرى العديد من الباحثين اختبارات معملية لتحديد مؤشرات الاستخدام والخصائص التقنية. يتمثل الأساس المنهجي للعمل البحثي في العثور على مجموعة من معلمات التحكم في الماكينة التي تفي بالمتطلبات المدرجة في ظل ظروف ملموسة، وتشغيل الآلات بطريقة عقلانية. في عام 1857 ، قام المهندس الفرنسي سوميلر بتعديل محرك بخاري إلى آلة حفر تعمل بالهواء المضغوط. تم استخدام هذه الآلة أثناء حفر نفق في فرنسا Hautes Alpes . بعد ذلك ، في العمل تحت الأرض ، يمكن إجراء الحفر باستخدام آلات مختلفة ، والتي يمكن تجميعها في مجموعتين كبيرتين - التدريبات والتنقيب. اقترحت أعمال أخرى مفهوم الطاقة المحددة كدليل لتقييم قدرة الحفر في الصخور. ذكرت إحدى الأوراق أنه يمكن التعبير عن طاقة معينة على أنها حجم وحدة أو سطح جديد ، وهي ليست خاصية جوهرية للصخور حيث يتم استخدام الحفر الإيقاعي على

نطاق واسع في التعدين وبناء ثقوب الحفر في الصخور. عادة ما يتم وضع الثقب ، الذي يحتوي على مطرقة ترددية ، خارج الحفرة. طريقة الحفر بالقرع منتشرة بشكل كبير أثناء استغلال رواسب الخام. في عام 1968 ، رأى أول مثقاب هيدروليكي النور ، صممه شركة Montabert الفرنسية ودخل الخدمة بعد ذلك بعامين. يتميز هذا النوع من الثقوب بالعديد من المزايا مقارنة بالثقوب الهوائية، مثل: كفاءة عالية من 4 إلى 6 مرات ، وقوة أعلى من 4 إلى 5 مرات ، وسرعة حفر أعلى من 1.5 إلى مرتين ، واستهلاك طاقة أقل من 70٪. أدت هذه المزايا إلى تسريع تطور هذه الثقوب وتم تعميم بنائها من خلال شركات متخصصة أخرى. جنباً إلى جنب مع التقدم في تقنية البناء للمثاقب ، تم تحقيق الكمال المقابل في المثاقب والألواح والمبراة وتكنولوجيا التصنيع الخاصة بهم. من بين الأدوات المستخدمة ، يمكننا الاستشهاد بتدريبات الأزرار ، وهي أحدث ابتكار في الوقت الحاضر لا يتطلب شحداً. معيار الطاقة فعال للغاية في تدمير الصخور الكبيرة في الحسابات التجريبية لتكنولوجيا الحفر والتي تم التحقق من صحتها نظرياً ؛ وهكذا أثبتت تجريبياً في الحفر بالقرع الدوار في المناجم في روسيا. تتناول مقالة أخرى التنبؤ في الوقت الفعلي بتآكل ريشة الحفر من خلال الجمع بين طاقة الصخور ومفاهيم قوة الحفر. في هذا العمل ، يتم إجراء الحساب الأمثل لتحديد طاقة ضربة المطرقة. هذا يضمن التشغيل السليم للآلة من أجل تقييم خصائص التصميم التقنية والاقتصادية. يتم إجراء حسابات فقد الطاقة عند الضربة بواسطة معادلة Baron and Ghrainer ، والتي تسمح لنا بحساب سرعة الحفر واستنتاج الطاقة من أجل السكته الدماغية. بعد ذلك ، من أجل استخراج القيم المثلى للإنتاجية من

خلال تحديد المعلمات المنطقية لنمط تشغيل الآلات ، تم تقديم نموذج إحصائي لنظرية GAUSS-MARKOV. تتكون الأطروحة من أربعة فصول :الفصل الأول مخصص لدراسة و اختيار المكننة التي لها تأثير مباشر على التكاليف والعوائد. الهدف من أي عمل هو ضمان الاستخدام الأمثل لهذه الموارد ، مع مراعاة خصائصها الفنية والاقتصادية والبشرية المختلفة . الهدف من هذا العمل البحثي هو تحسين سرعة الاختراق و طاقة الضربة أثناء الحفر بالقرع من أجل التقييم الاقتصادي لتأثير المعلمات الرئيسية مثل معاملات الإعداد و قطر التجويف. كفاءة تشغيل آلات الحفر يعد التحكم في هذه المعلمات ضروريًا للعمل في ظروف جيدة: تقدم أداة القطع ، والإخلاء المنتظم للحطام ، وتثبيت جدران الثقوب ، إلخ. يجب تحسين تنظيم كل هذه الشروط لأداء الحفر الفعال. للقيام بذلك ، من الضروري اختيار طريقة التحسين وتحقيق هذا الهدف .

تم إجراء الدراسة الأولى من خلال النظر في نتائج البحث النظري الذي يتعلق بتأثير بعض معاملات الحفر التي يمكن التحكم فيها والتي لا يمكن السيطرة عليها على سرعة الاختراق و طاقة الضربة . درسنا في الفصل الثاني الخواص الفيزيائية الميكانيكية الرئيسية وطرق تحديد الخواص الميكانيكية للصخور ، وقمنا بعمل تطبيقات لهذه العمليات على الصخور المختارة (الرخام) والتي تتطلب مجموعة متنوعة من طرق الاستخراج ، ناتجة عن الخواص الفيزيائية الميكانيكية للصخور. الصخرة وتكوين الوديعة. يتم اختيار أداة الحفر وفقًا للخصائص الفيزيائية الميكانيكية وحالة الصخور بالإضافة إلى معاملات الثقوب المحفورة . في الفصل الثالث تم تطوير اختبارات التشغيل والاختبارات العملية لتحديد مؤشرات التشغيل

والخصائص التقنية. يوضح تحليل هذه الأساليب أنها تستند إلى معرفة خصوصيات تفاعل الأداة مع الصخر ؛ واخترنا نوع المطرقة الهوائية من نوع Atlas copco (RH571-4W) في الفصل الرابع قمنا بفحص طرق الحساب حسب البحث التجريبي ودرسنا تأثير قياس البئر على سرعة الحفر. مع العلم أن معلمات الضبط لها تأثير كبير على معلمات الإخراج وتعتمد إنتاجية المثقاب على معلمات نظام الحفر .نتيجة البحث الذي تم إجراؤه ، توصلنا إلى استنتاج مفاده أنه في ظل ظروف المحاجر التي تستخدم وسائل الحفر المحددة ، من الأفضل استخدام معيار سعر التكلفة للمتر من الحفرة المحفورة لتحديد معلمات المخططات. عمليات عقلانية.