

Marian DOLIPSKI, Piotr CHELUSZKA, Piotr SOBOTA
Politechnika Śląska, Gliwice

ENERGOOSZCZĘDNE GŁOWICE URABIAJĄCE DLA KOMBAJNÓW CHODNIKOWYCH

Streszczenie. W referacie przedstawiono nowe energooszczędne głowice urabiające dla wysięgnikowego kombajnu chodnikowego. Głowice te charakteryzują się rozmieszczeniem wierzchołków ostrzy noży wzdłuż dwóch rodzajów linii śrubowych - długich i krótkich. Noże skrawające tworzą uporządkowane grupy rozmieszczone wzdłuż linii o małym kącie zwicia. Przydatność nowych głowic urabiających o małym kącie zwicia do urabiania skał potwierdzona została badaniami doświadczalnymi przeprowadzonymi podczas drążenia wyrobiska korytarzowego w podziemiach kopalni węgla kamiennego oraz obserwacjami ruchowymi w czternastu kopalniach.

THE ENERGY SAVING CUTTING HEADS FOR ROADHEADERS

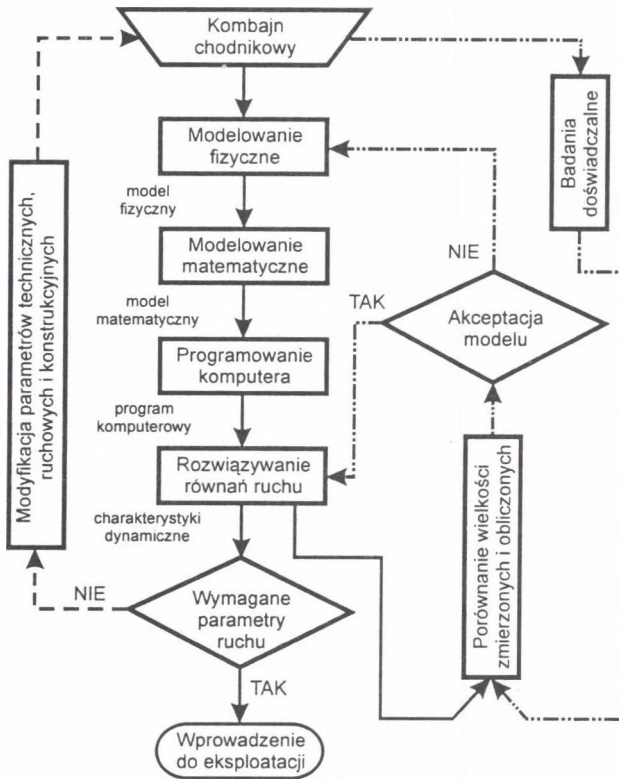
Summary. The paper presents new energy saving cutting heads for a boom type roadheader. The cutting heads are characterized in that pick tips are arranged along screw lines of two types - i.e. along long screw lines and short ones. The cutting picks form ordered groups arranged along a screw line characterized by a little spiral angle. Experimental tests carried out during the drivage of a roadway in underground workings of a coal mine as well as observations taken in the course of mining operations in fourteen coal mines have proved that the new cutting heads with screw lines characterized by a little spiral angle are applicable for rock mining.

1. Wstęp

Optymalizacja ułożenia uchwytów nożowych na pobocznicy i ustawienia noży stożkowych w tych uchwytach pozwala na obniżenie energochłonności procesu urabiania kombajnami chodnikowymi. Proces ten jest trudny, ale możliwy do realizacji poprzez wykorzystanie procedury studium dynamiki kombajnu chodnikowego (rys.1). Za pomocą zweryfikowanego doświadczalnie modelu dynamicznego układu urabiania kombajnu chodnikowego opracowano założenia konstrukcyjne energooszczędnych głowic urabiających.

2. Założenia konstrukcyjne

Na podstawie badań symulacją komputerową stwierdzono, że najbardziej korzystny ze względu na stan obciążenia noży skrawających jest układ, w którym proces skrawania realizowany jest przez kilka grup noży. W każdej grupie zapoczątkowany jest on przez ostrze noża umieszczonego najbliżej urabianego czoła przodka. Skraw ten jest następnie poszerzany przez kolejne ostrza noży skrawających urabiających skałę od powierzchni urabianego czoła przodka w stronę powierzchni nowo urobionego czoła przodka. Wszystkie ostrza noży skrawających wykonują w tym przypadku skrawy z dodatkową powierzchnią odstonięcia. Możliwa jest dzięki temu redukcja oporów urabiania.

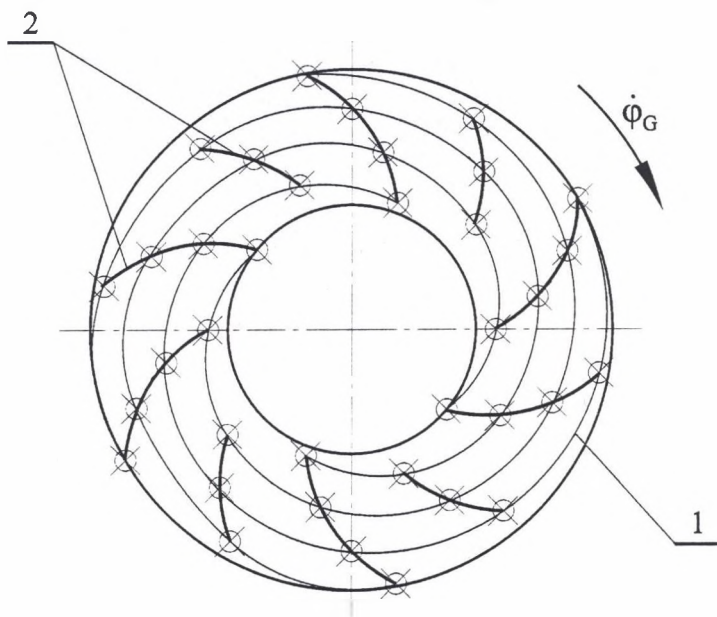


Rys.1. Procedura studium dynamiki kombajnu chodnikowego
Fig.1. Procedure for the study of roadheader's dynamics

Symulacje komputerowe wykazały również, że stan obciążenia dynamicznego w układzie urabiania kombajnu chodnikowego ulega wyraźnej poprawie, gdy wierzchołki ostrzy noży urabiających tworzą dwa rodzaje linii śrubowych (rys.2): długie (1), czyli o dużym kącie zwicia oraz krótkie (2) - o małym kącie zwicia. Ułożenie ostrzy noży wzdłuż linii śrubowych

długich jest powszechnie znane i stosowane w głowicach urabiających wielu kombajnów chodnikowych. Liczne symulacje komputerowe pozwoliły jednak na odkrycie korzystnego położenia noży stożkowych wzdłuż linii śrubowych o małym kącie zwicia (poz.2 na rys.2). W rezultacie przeprowadzonej analizy opracowane zostały założenia konstrukcyjne dla nowych energooszczędnych głowic urabiających przeznaczonych do urabiania węgla i skał łatwo urabialnych oraz skał średnio urabialnych.

Nowe głowice urabiające do węgla i skał łatwo urabialnych wyposażone zostały w 28 noży stożkowych rozmieszczonych w ten sposób, że ich wierzchołki ułożone są wzdłuż czterech linii śrubowych o dużym kącie zwicia i równocześnie wzdłuż siedmiu linii śrubowych o małym kącie zwicia (rys.3). Z kolei do urabiania skał średnio urabialnych opracowano głowice, które posiadają 41 noży urabiających ułożonych wzdłuż czterech linii śrubowych o dużym kącie zwicia, tworzących jednocześnie dziesięć linii śrubowych o małym kącie zwicia (rys.4). Kierunek zwicia krótkich linii śrubowych jest przeciwny do kierunku obrotu głowicy urabiającej. Dzięki temu noże rozmieszczone na mniejszych promieniach (położone bliżej powierzchni czoła urabianego przodka) działają wyprzedzająco w stosunku do noży, których wierzchołki ostrzy rozmieszczone są na większych promieniach.

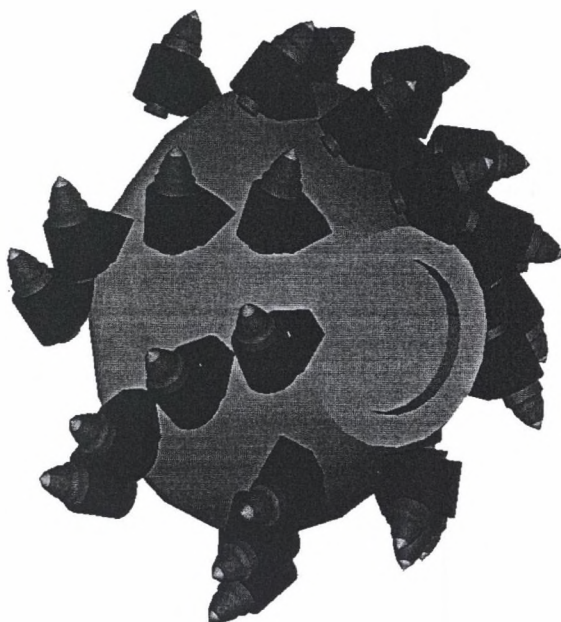


Rys.2. Rozmieszczenie noży skrawających wzdłuż linii śrubowych: o dużym kącie zwicia (1) oraz o małym kącie zwicia (2) w rzucie na płaszczyznę prostopadłą do osi obrotu głowicy

Fig.2. Arrangement of cutting picks along screw lines: with a great spiral angle (1) and with a little spiral angle (2)

Zaletą nowych głowic urabiających dla wysięgnikowego kombajnu chodnikowego jest to, że w czasie pracy skała skrawana jest przez ostrza noży kolejnych grup wchodzących do strefy

skrawania, uporządkowanych wzdłuż linii śrubowych o małym kącie zwicia. W każdej z grup proces skrawania skały jest realizowany począwszy od ostrza noża umieszczonego na najmniejszym promieniu (najbliżej powierzchni czoła urabianego przodka), a skończywszy na ostrzu noża znajdującego się na największym promieniu (najbliżej powierzchni przodka urobionego). Każde następne ostrze noża w danej grupie skrawa, w stosunku do ostrza noża poprzedniego, z opóźnieniem wynikającym z kąтового przesunięcia kolejnych noży skrawających w każdej grupie. Obciążenie noży skrawających w tym przypadku z racji występowania dodatkowej powierzchni odsłonięcia jest zdecydowanie mniejsze. W efekcie prowadzi to do redukcji obciążenia dynamicznego układu urabiania oraz obniżenia energochłonności procesu urabiania.



Rys.3. Nowa głowica urabiająca o małym kącie zwicia przeznaczona do urabiania węgla i skał łatwo urabialnych

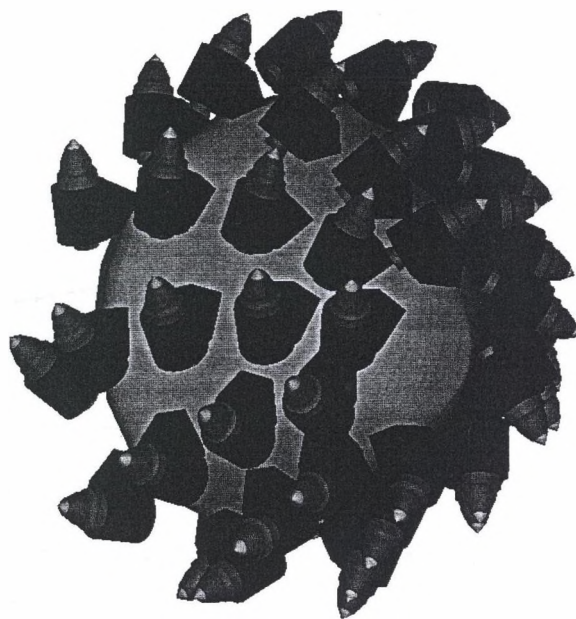
Fig. 3. A new cutting head with screw lines with a little spiral angle designed for mining of easy – to – get coal and rock

3. Badania porównawcze

W celu określenia przydatności głowic urabiających o małym kącie zwicia do urabiania skał w czasie drażenia wyrobisk korytarzowych przeprowadzone zostały badania doświadczalne wysięgnikowego kombajnu chodnikowego wyposażonego w poprzeczne głowice urabiające w podziemiach kopalni węgla kamiennego. Na bazie tych badań dokonana została analiza porównawcza wyników pracy doświadczalnego kombajnu chodnikowego wyposażonego w cztery różne typy głowic urabiających, a mianowicie:

- głowice nr 1 - dwuczęściowe, wyposażone w 48 noży skrawających,
- głowice nr 2 - wyposażone w 41 noży skrawających,
- głowice nr 3 - jednoczęściowe, wyposażone w 48 noży stożkowych oraz
- głowice nr 4 – wyposażone w 28 noży skrawających.

Głowice nr 1 i 3 są głowicami standardowymi, stosowanymi od wielu lat. Wyposażone są one w identyczną liczbę noży, lecz różnią się konstrukcją pobocznicy. W pierwszym przypadku składają się z dwóch części złączonych śrubami, w drugim natomiast pobocznica ma formę jednolitej bryły. Głowice nr 2 i 4 są z kolei nowymi głowicami urabiającymi, wyposażonymi w noże stożkowe rozmieszczone wzdłuż linii śrubowych o małym kącie zwicia.

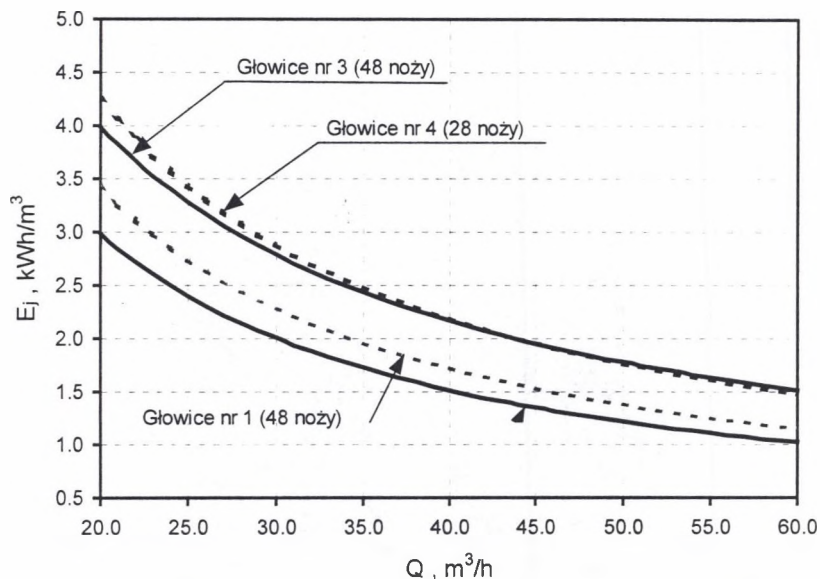


Rys.4. Nowa głowica urabiająca o małym kącie zwicia przeznaczona do urabiania skał średnio urabialnych
Fig. 4. A new cutting head with screw lines with a little spiral angle designed for mining of medium
- to - get rock

Podstawowym wskaźnikiem charakteryzującym proces urabiania skał jest energochłonność. Łączy ona w sobie moc pobieraną przez kombajn chodnikowy z sieci zasilającej oraz wydajność procesu urabiania. Energochłonność jest zatem miarą jednostkowego zużycia energii na urabianie. Najniższą wartość energii jednostkowej urabiania uzyskano podczas drażenia wyrobiska korytarzowego głowicami nr 2 (rys.5). Z kolei energochłonność urabiania głowicami nr 4 w analizowanym zakresie zmienności wydajności, to znaczy od 20 m³/h do 60 m³/h, była zbliżona do energochłonności urabiania głowicami nr 3, pomimo że głowice nr 4 urabiały skałę o większej wytrzymałości na ściskanie.

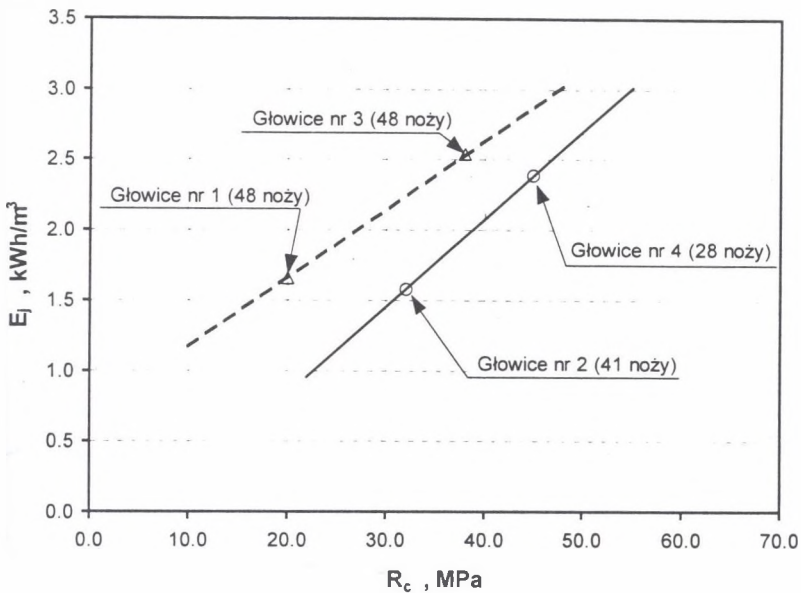
Zależność średniej wartości energochłonności od średniej wytrzymałości urabianych skał na ściskanie przedstawiono na rys.6. Porównanie przebiegu prostych przechodzących przez punkty odpowiadające energochłonności urabiania nowymi głowicami o małym kącie zwicia

– nr 2 i 4 (linia ciągła) oraz punkty odzwierciedlające energochłonność urabiania głowicami standardowymi – nr 1 i 3 (linia przerywana) wskazuje na wyraźne korzyści energetyczne towarzyszące urabianiu nowymi głowicami urabiającymi o małym kącie zwięcia. Energochłonność urabiania skał o określonej wytrzymałości na ściskanie głowicami o małym kącie zwięcia jest zdecydowanie mniejsza w porównaniu z energochłonnością urabiania głowicami standardowymi.



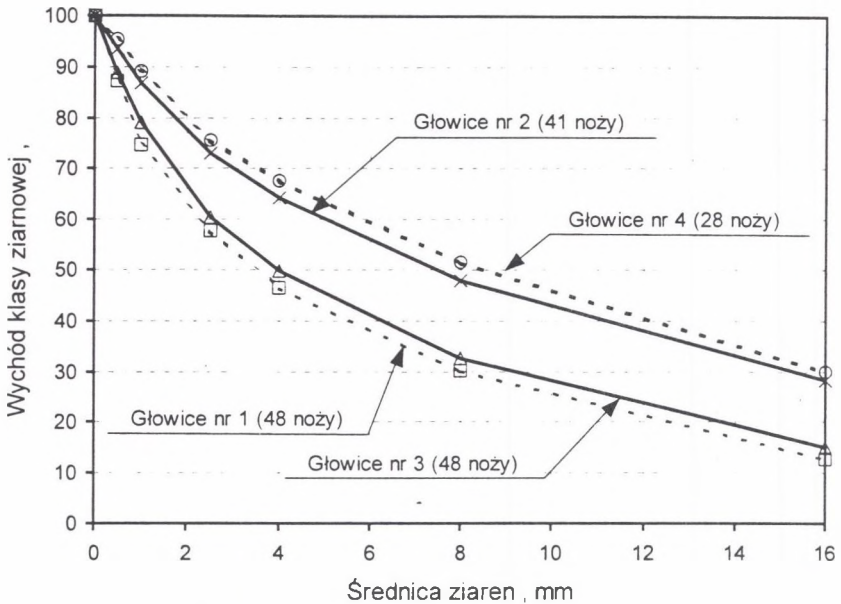
Rys.5. Zależność energochłonności urabiania głowicami nr 1, 2, 3 i 4 od wydajności
 Fig.5. Dependence of energy consumption of the process of mining with cutting heads on productivity

Energochłonność procesu urabiania jest nierozłącznie związana ze stopniem rozdrobnienia uzyskiwanego tą drogą urobku. Im jest on większy, tym więcej energii ten proces pochłania. Ze stopniem rozdrobnienia związana jest również ilość wytwarzanego pyłu, a więc stopień zapylenia przodka drążonego wyrobiska korytarzowego.



Rys. 6. Zależność średniej energochłonności od średniej wytrzymałości urabianych skał na ściskanie
 Fig. 6. Dependence of mean energy consumption on compression strength of the rock being mined

Przeprowadzona analiza sitowa reprezentatywnej próbki urobku uzyskanego podczas urabiania czoła przodka głowicami standardowymi i nowymi pozwoliła na określenie zależności wychodu klas ziarnowych w funkcji średnicy ziaren (rys. 7). Analiza ta wykazała zdecydowanie korzystniejszy skład ziarnowy urobku uzyskanego w czasie urabiania głowicami urabiającymi o małym kącie zwicia wyposażonymi w 28 noży skrawających (głowice nr 4) oraz głowicami urabiającymi o małym kącie zwicia, posiadającymi 41 noży skrawających (głowice nr 2) w stosunku do głowic standardowych (nr 1 i 3). Szczególnie wyraźne jest przesunięcie składu ziarnowego urobku w kierunku ziaren o większej średnicy dla głowic urabiających, wyposażonych w 28 noże skrawające. Przykładowo, ziaren o średnicy większej od 4 mm było w urobku pochodzącym z głowic urabiających o małym kącie zwicia wyposażonych w 41 noży o blisko 39% więcej w porównaniu z urobkiem uzyskanym podczas urabiania czoła przodka głowicami standardowymi. Jeszcze lepszy rezultat uzyskano w czasie urabiania głowicami urabiającymi o małym kącie zwicia, wyposażonymi w 28 noży skrawających. W tym przypadku wychód ziaren powyżej 4 mm był większy od odpowiadającego mu wychodu dla głowic standardowych o blisko 46%.



Rys.7. Porównanie składu ziarnowego urobku uzyskanego
Fig.7. Comparison of grain composition of the cut material

4. Zakończenie

Opracowane przez autorów tego referatu nowe głowice urabiające o małym kącie zwicka są obecnie produkowane przez firmę REMAG w Katowicach. Z dużym powodzeniem stosowane są one w wysięgnikowych kombajnach chodnikowych eksploatowanych w kopalniach węgla kamiennego. Przeprowadzone obserwacje ruchowe w czternastu kopalniach węgla kamiennego wykazały, że nowe głowice urabiające o małym kącie zwicka dobrze urabiają skały w obrębie czoła przodka i ociosów drążonego wyrobiska. Charakteryzują się zwiększoną żywotnością – brakiem zużycia ściernego uchwyty nożowych oraz zdecydowanie mniejszym zużyciem ściernym noży stożkowych. Dzięki zastosowaniu nowych głowic urabiających osiągnięty został także wzrost bezpieczeństwa pracy w wyrobiskach podziemnych poprzez eliminację zjawiska iskrzenia w miejscu styku ostrzy noży skrawających ze skałą oraz mniejsze zapylenie wyrobiska korytarzowego.

Kombajn chodnikowy wyposażony w głowice poprzeczne o małym kącie zwicka przeznaczone do skał średnio urabialnych zużywał w procesie urabiania mniej energii w porównaniu z głowicami standardowymi pomimo trudniejszych warunków pracy wynikających ze zwiększonej wytrzymałości urabianej skały na ściskanie. Nowe głowice wykazały przy tym zdecydowanie korzystniejszy skład ziarnowy urobku. Przeprowadzone badania doświadczalne

wykazały dobitnie, że kształt pobocznicy, liczba oraz rozmieszczenie uchwytów nożowych na pobocznicy jak również ustawienie noży w uchwytach powinno się projektować dla danych warunków górnictwo-geologicznych i danych parametrów kombajnu chodnikowego za pomocą modelu dynamicznego układu urabiania.

Recenzent: Prof.dr hab.inż. Karol F.Reich

Abstract

Computer investigations performed with the aid of a dynamic model a roadheader's cutting system being verified experimentally have resulted in the elaboration of design assumptions for new energy saving cutting heads intended for mining of easy – to – get and medium – to – get coal and rock. It is a characteristic feature of the new cutting heads that there are two types of screw lines: long screw lines with a great spiral angle and short screw lines with a little spiral angle along which pick tips are situated. The arrangement of pick tips along the long screw lines is commonly known and finds application in cutting heads of many roadheaders. Numerous computer simulations made it possible to find out the advantageous positions of conical picks along screw lines characterized by a little spiral angle. New cutting heads designed for mining of easy – to – get coal and rock have been fitted with 28 conical picks arranged in such a way that their tips are situated along four screw lines with a great spiral angle and along seven screw lines with a little spiral angle at the same time. In turn, cutting heads designed to mine medium – to – get rock are fitted with 41 cutting picks arranged along four screw lines with a great spiral angle and along ten screw lines with a little spiral angle. The comparison investigations carried out during the drivage of a roadway in underground workings of a coal mine have indicated that mining with the aid of new cutting heads characterized by screw lines with a little spiral angle brings about advantages in respect of energy saving. The energy consumption involved in the process of rock mining with cutting heads with screw lines with a little spiral angle is visibly lower than that involved in mining with standard cutting heads. Mining with new cutting heads is accompanied by more advantageous yield of the cut material as regards its grain composition. From the observations performed in fourteen coal mines during mining operations it has appeared that the new cutting heads characterized by screw lines with a little spiral angle are effective when cutting the rock in the area of a road head and side walls of a roadway being driven. Their characteristic features are longer service life, no abrasive wear of pick holders and considerably lower abrasive wear of conical picks. Owing to the application of new cutting heads the occupational safety in underground working has been increased. This is a result of elimination of sparking at a place of contact of cutting picks with rock and of the reduction of dust levels in a roadway.