

*Dzieje górnictwa – element europejskiego dziedzictwa kultury, t. 2*  
pod red. P.P. Zagożdżona i M. Madziarza, Wrocław 2009

*historia górnictwa, urabianie węgla,  
urabianie materiałami wybuchowymi,  
zapalarki strzałowe,  
urabianie wrębiarkami*

Stefan GIERLOTKA \*

## **ROZWÓJ TECHNIKI URABIANIA W GÓRNICTWIE WĘGLOWYM – URABIANIE TECHNIKĄ STRZELANIA I WRĘBIENIA**

Omówiono rozwój technik urabiania pokładu w górnictwie węglowym. Przedstawiono rozwój urządzeń stosowanych przy urabianiu węgla techniką strzelniczą. Opisano historyczny rozwój konstrukcji wrębiarek stosowanych w kopalniach węgla.

### **1. Wprowadzenie**

W IX wieku wynaleziono w Chinach czarny proch, będący mieszaniną saletry, węgla drzewnego i siarki. W górnictwie próby urabiania prochem czarnym podjęto dopiero w XVII wieku, lecz z powodu zatruc gazami postrzałowymi oraz problemem zawilgocenia prochu ta technika nie rozpowszechniła się. W 1831 roku Sobrero wynalazł nitroglicerynę, a Bickford lont prochowy. Szwedzki chemik Alfred Nobel w 1867 roku zmieszał nitroglicerynę z ziemią okrzemkową tworząc skuteczny środek wybuchowy zw. dynamitem. Zastosowany w górnictwie stał się skutecznym środkiem do urabiania skał. Pomimo wprowadzenia do kopalń maszyn urabiających, wrębiarek a później kombajnów nadal w górnictwie wykonuje się roboty strzałowe materiałami wybuchowymi.

### **2. Urabianie materiałami wybuchowymi**

W górnictwie węgla kamiennego po drugiej wojnie światowej zastosowanie znalazły materiały wybuchowe: skalne, takie jak Donaryt – dla robót w kamieniu oraz powietrzne: Detonit, Barbaryt, Metanit – do robót w węglu. Przed II wojną światową na Śląsku stosowano jeszcze trzeci rodzaj materiału wybuchowego Energit A – do robót

---

\* Urząd Miasta Katowice, 40-098 Katowice, ul. Młyńska 4;

w kopalniach niegazowych. Wytwarzane naboje miały kształt wałków o średnicy 30 mm oraz długości 110–130 mm.

W 1871 roku w Bieruniu powstała Górnośląska Fabryka Materiałów Wybuchowych produkująca dla potrzeb górnictwa. W 1872 roku wybudowano fabrykę „Lignose Sprengstoffwerke GmbH” w Krupskim Młynie. Produkcję zapalników elektrycznych rozpoczęto w 1927 roku. W 1994 roku zakład w Krupskim Młynie przyjął nazwę NITRON, a po połączeniu się z ERG-Bieruń w 2006 roku powstała spółka NITROERG S.A.

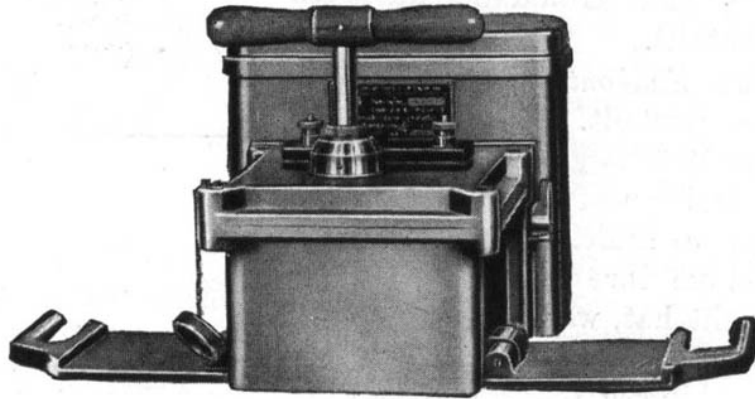
Do odpalania ładunków wybuchowych w kopalniach stosowano lonty, które odpalano w przodku płomieniem osobistej lampy karbidowej. Zależnie od wilgotności w kopalniach stosowano lonty smołowane, kredowane lub gutaperkowe. Pewniejsze i bezpieczniejsze od lontów do inicjacji ładunków wybuchowych okazały się zapalniki elektryczne, zwłaszcza w kopalniach metanowych. Zapalniki elektryczne odpalano przy użyciu specjalnej sieci strzałowej, w której źródłem energii była zapalarka elektryczna.

W 1849 roku Amerykanin Coach skonstruował pierwszą wiertarką o napędzie parowym [3]. Wprowadzenie sprężonego powietrza do napędu wiertarek, przez francuskiego inżyniera Sommeillera, pozwoliło na stopniową likwidację ręcznego wykonywania otworów strzałowych. W okresie pierwszej wojny światowej i w okresie międzywojennym, na Górnym Śląsku wiertarki górnicze napędzane sprężonym powietrzem produkowała firma „Stephan Fröhlich Klüpfel” w Piotrowicach koło Katowic. W 1879 roku niemiecki fabrykant Siemens skonstruował wiertarkę elektryczną, którą zastosowano w górnictwie [4]. Po wojnie wytwórcą górniczych wiertarek pneumatycznych i elektrycznych była Fabryka Sprzętu i Narzędzi Górniczych w Katowicach.

W okresie powojennym w kopalniach powszechnie stosowane były wiertarki o napędzie pneumatycznym typu WP-8, WpR-5 oraz wiertarki elektryczne typu WE-700 i EWRo-600. Do wiercenia otworów strzałowych w kamieniu stosowano pneumatyczne wiertarki udarowe typu WUP oraz wiertarkę typu Holman SIII produkowaną w kraju na licencji angielskiej. Wiertarki udarowe były narzędziami ciężkimi i ważyły od 13,5 do 29 kg.

Do odpalania ładunków wybuchowych stosowano zapalarki elektryczne. Zależnie od sposobu wytwarzania elektrycznego impulsu zapalającego ładunki wybuchowe stosowano zapalarki dynamoelektryczne, magnetodynamiczne i kondensatorowe.

W **zapalarkach dynamoelektrycznych** (rys. 1, 2) wykorzystano zasadę działania prądnic prądu stałego. Pomiędzy nabiegunnikami elektromagnesu obracał się twornik, w którego uzwojeniu indukowało się napięcie prostowane przez komutator. Uzwojenia stojana i wirnika były połączone szeregowo, a ich końce z zaciskami zapalarki. Twornik zapalarki był wprawiany w ruch obrotowy przy pomocy przekładni zębatej, w której koło zębate na wale twornika zazębiało się z ruchomą listwą zębatą.



Rys. 1. Zapalarka dynamoelektryczna firmy Brün w Krefeld  
Fig. 1. Dynamometer Exploder made by Brün from Krefeld



Rys. 2. Zapalarka dynamoelektryczna typ DAMSK  
Fig. 2. Dynamometer Exploder DAMSK type

Ruch liniowy listwy zębatej napędzał twornik. Uzbrojenie zapalarki polegało na wyciągnięciu uchwytem listwy zębatej z obudowy zapalarki. Energiczne wpychanie listwy zębatej do zapalarki powodowało rozpędzenie twornika, w którym generowało się napięcie. Podczas rozpędzania twornika obwód zewnętrzny zapalarki był zwarty specjalnym stykiem krańcowym, otwieranym po całkowitym wsunięciu listwy zębatej do środka. Po rozwarciu się styku wyłącznika zwierającego obwód zewnętrzny, wydrukowana energia wyzwalała się do obwodu strzałowego powodując odpalenie zapalników.

W okresie międzywojennym w kopalniach stosowano zapalarki dynamoelektryczne produkowane przez austriacką firmę Scheffler. Wykonania typu DKMSK, DMSK, ABFGSK były napędzane bezpośrednio dźwignią, a typu Scheffler były napędzane rozkręcającą się sprężyną po uprzednim jej napięciu [1].

W **zapalarkach magnetodynamicznych** impuls elektryczny odpalający zapalniki powstawał w uzwojeniu wewnętrznym pierścieniowego magnesu stałego przez odebranie żelaznego rdzenia od kotwicy magnesu lub przez obrót uzwojonego wirnika w polu magnesu. Energia elektryczna indukowana była wskutek zmiany strumienia magnetycznego w uzwojeniu wirującej cewki. Warto zwrócić uwagę, że pierwszą zapalarkę magnetodynamiczną skonstruował Polak Jerzy Wroński. Stosowane były zapalarki magnetodynamiczne typu ZW 2S (Barbara 3) produkowane w zakładzie Elektrocarbon w Tarnowskich Górach (rys. 3).



Rys. 3. Zapalarka magnetodynamiczna ZW 2S (Barbara 3)

Fig. 3. ZW 2S (Barbara 3) Magnetodynamic Exploder



Rys. 4. Tranzystorowa zapalarka kondensatorowa typ TZK 100G

Fig. 4. TZK 100 G Transistor Condenser Exploder

W **zapalarkach kondensatorowych** (rys. 4, 5) energia do odpalenia ładunków gromadzona jest w kondensatorze o dużej pojemności elektrycznej. Kondensator ładowany był z prądnicy napędzanej ręcznie lub z akumulatora wewnętrznego, czy też z akumulatora lampy górniczej. Odpalenie ładunków następuje przez rozładowanie energii kondensatora w obwodzie strzałowym, w czasie krótszym od 4 ms.

Zapalarka TSKS-250 produkowana była przez Bydgoskie Zakłady Elektromechaniczne BELMA w Bydgoszczy od 1965 roku. Źródłem zasilania był akumulator z lampy górniczej nahełmnej typ RC-12 o napięciu 3,6V. Energia odpalająca o napięciu 500 V gromadzona była w kondensatorach o pojemności 800  $\mu\text{F}$ . Ze wzg. bezpieczeństwa specjalny klucz strzałowy służył do ładowania kondensatorów i ich rozładowania w obwodzie strzałowym. Produkowana od 1966 roku zapalarka TZK-100G (rys. 4) wytwarzała impuls odpalający zapalniki o napięciu 1025 V w czasie do 4 ms. Odpalenie następuje po włożeniu specjalnego klucza strzałowego i jego przekręceniu, co powodowało rozładowanie w obwodzie strzałowym zgromadzonej w kondensatorze energii. Zapalarka TZK-350 produkowana była od 1988 roku w Zakładzie Elektrotechniki Górniczej ZEG w Tychach. Napięcie impulsu odpalającego wynosiło do 700V w czasie 4 ms, z kondensatora o pojemności 400  $\mu\text{F}$ .



Rys. 5. Zapalarka kondensatorowa ZK 100  
Fig. 5. ZK 100 Condenser Exploder

### 3. Urabianie wrębiarkami

Ilość zużytego materiału wybuchowego jest odwrotnie proporcjonalna do wielkości odsłoniętej powierzchni urabianej calizny węglowej. Odsłoniętą powierzchnię przodka zwiększa się przez wykonanie dodatkowych wrębów tj. wąskich szczelin. Wręby w pokładzie wykonywano początkowo kilofem na różnych wysokościach wybieranego pokładu ale najkorzystniejszy był wręb dolny przy spągu.

W 1762 roku Michael Mensies w Newcastle skonstruował mechaniczną wrębiarkę w postaci ciężkiego stalowego kilofa poruszanego parą. Maszyna ta składała się z ramy, na której przegubowo umocowano kilof napędzany tłokiem maszyny parowej przez układ dźwigni. Kilof wykonywał ruch wahadłowy i uderzał o caliznę skalną, odbijając z niej urobek.

W roku 1849 Carl Eickhoff (założyciel firmy Eickhoff) wprowadził w Westfalii ręczną piłę do wykonywania wrębów w pokładzie. Piła składała się z uzębionego brzeszczotu i rękojeści. Do piły za pomocą liny przechodzącej przez krążki doczepiony był ciężar. Wrębianie polegało na ręcznym przesuwaniu piły i napieraniu na caliznę. W latach następnych piłę udoskonalono wprowadzając napęd tłokowy poruszany sprężonym powietrzem (rys. 6).



Rys. 6. Piła węglowa poruszana sprężonym powietrzem

Fig. 6. Coal-Saw compressed-air driven

Pierwszy patent na **wrębiarkę tarczową** wydano w Anglii w 1834 roku [8]. Zastosowanie w kopalniach znalazły one jednak dopiero w 1852 roku. Wrębiarki tarczowe posiadały wrębnik w postaci okrągłej tarczy z umocowanymi na obwodzie nożami wrębowymi. Postęp w rozwoju maszyn urabiających hamował brak silników odpowiednich dla warunków podziemnych. W Yorkshire początkowo próbowano do napędu wrębiarek stosować kołowroty konne. W roku 1862 Anglik Wiliam Firth zbudował pierwszą wrębiarkę napędzaną jednocylindrowym silnikiem tłokowym. Wrębiarkę zwaną „stalowy człowiek” zastosowano w kopalni West Ardsley położonej koło Leeds. W latach następnych do napędu wrębiarki tarczowej zastosowano pneumatyczny silnik wirnikowy. Wrębiarki takie były napędzane sprężonym powietrzem dostarczanym z powierzchni.

Praktyka jednak wykazała, że wrębiarek tarczowych nie można stosować do podwrebienia wszystkich pokładów węgla. W 1856 roku wprowadzono do angielskich kopalń **wrębiarki udarowe**, których wrębnik stanowiła żerdź z koronką wrębową na końcu. Drugi koniec żerdzi był połączony z tłoczyskiem powietrznego silnika tłokowego. Praca maszyny polegała na uderzeniach wrębnika w caliznę. Przy ciągłych uderzeniach koronki wrębnika w coraz to nowe miejsca powstawał wrąb. Operację powtarzano aż żerdź całkowicie zanurzyła się we wrębie. Po wymianie żerdzi na dłuższą kontynuowano wrębienie. W 1856 roku angielska fabryka Bauer–Blackburn zbudowała pierwszą **wrębiarkę żerdziową**, której wrębnik stanowiła obracająca się żerdź z zabudowanymi na obwodzie nożami wrębowymi [7]. Była to wrębiarka frezująca caliznę węglową. Wrębiarki w angielskich i niemieckich kopalniach zawieszano na słupach, w USA ustawiane były na dwukołowych podwoziach co ułatwiało ich przemieszczanie.

Pierwszą **wrębiarkę łańcuchową** zbudował w Anglii Fryderyk Hurda w 1853 roku. Produkcję już ulepszonych urządzeń tego rodzaju rozpoczęły firmy: Jeffrey w 1893 roku, Sullivan w 1894 roku i Goldman w 1897 roku. Wrębiarki były napędzane powie-



trzem sprężonym o ciśnieniu 2,5–3 atm. Wrębiarki łańcuchowe posiadały wrębnik w postaci wydłużonej ramy, na której obwodzie biegł w prowadnikach zamknięty łańcuch z umocowanymi nożami wrębowymi.

W 1898 roku do wrębiarek łańcuchowych zastosowano asynchroniczne silniki elektryczne. W kopalniach angielskich i niemieckich wrębiarki w XIX wieku były powszechnie stosowane, jednak dopiero po pierwszej wojnie światowej nastąpił zdecydowany rozwój wrębiarek łańcuchowych we wszystkich krajach europejskich.

W śląskich kopalniach, w 1911 roku, pracowało 31 wrębiarek różnej konstrukcji. W 1922 roku do kopalni Brzeszcze sprowadzono łańcuchową wrębiarkę Sullivan CH-8 z napędem pneumatycznym. Wkrótce rozpoczęto stosować też słupowe wrębiarki chodnikowe firmy Demag.

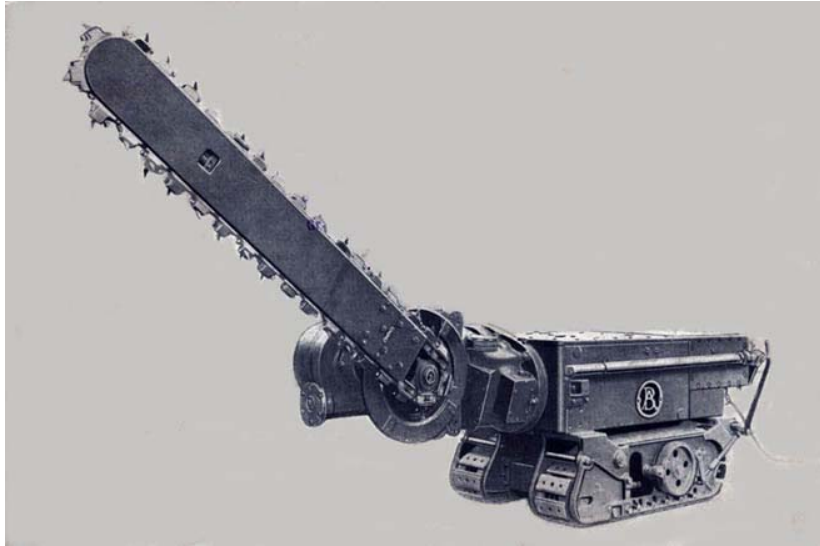
Intensywne prace nad produkcją wrębiarek w Polsce podjęto po wyzwoleniu, w 1945 roku. W grudniu 1946 roku skonstruowano polską wrębiarkę ścianową typu WŁE-40s, opartą na konstrukcji wrębiarki SEKE-40 firmy Eickhoff. Produkcję wrębiarek uruchomiono w Piotrowickiej Fabryce Maszyn Górniczych w Piotrowicach koło Katowic [8]. W latach następnych opracowano w Piotrowicach wrębiarkę powietrzną WŚLP opartą na konstrukcji fabryki Demag oraz łańcuchową WŁP-20ch, opartą na konstrukcji firmy Eickhoff. Produkowane wrębiarki posiadały napęd pneumatyczny lub elektryczny. Wrębiarki konstruowano do robót chodnikowych, systemów zabierkowych oraz systemów ścianowych.

Pierwsze **wrębiarki chodnikowe** (rys. 7, 8) składały się z głowicy wrębiącej umieszczonej na ramie poziomej i podwozia gąsienicowego (WŁE-20ch, WŁP-20ch). Ruch wrębnika na boki realizowano przy pomocy korby. Silnik elektryczny napędzający wrębiarkę miał moc 22 kW, a w następnych konstrukcjach – 40 kW. Wrębiarki usadowione były na saniach, gąsienicach lub podwoziu kołowym, przemieszczanym po szynach.

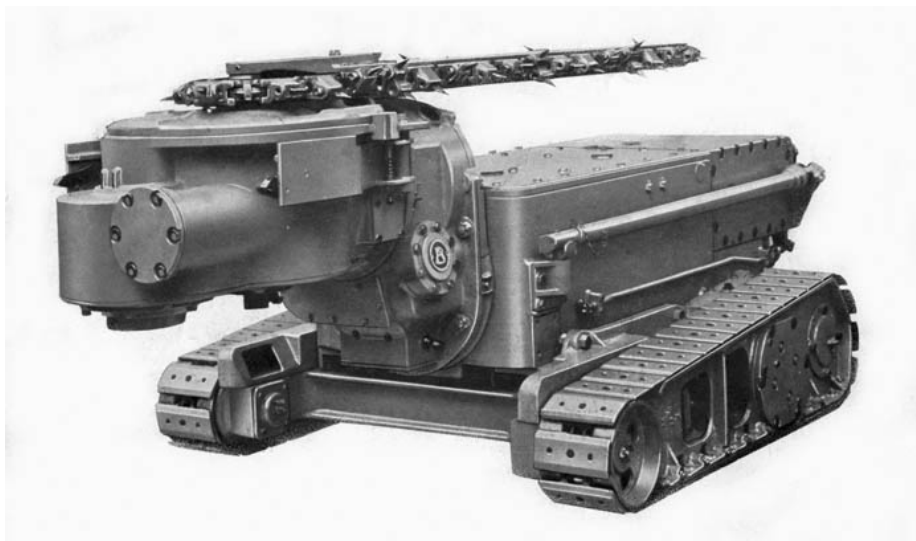
Do urabiania pokładu systemem **zabierkowym** w 1953 roku skonstruowano w Piotrowickiej Fabryki Maszyn w Katowicach-Piotrowicach wrębiarkę łańcuchową typu WŁE-50z, w oparciu o wrębiarkę 7B firmy Joy-Sullivan. Przesuw wrębiarki odbywał się przez ciągnięcie zaczepionej liny. Silnik elektryczny o mocy 50 KM, zasilany napięciem 500V, napędzał łańcuch wrębowy oraz bębny linowe do przesuwania wrębiarki.

Wrębiarka **ścianowa** składała się z głowicy wraz z wrębnikiem oraz silnika i ciągnika zabudowanych na wspólnych saniach. Wrębianie pokładu w systemie ścianowym odbywało się przy spągu. Produkowano wrębiarki napędzane silnikiem elektrycznym (WŁE-50s), lub silnikiem pneumatycznym (WŁP-50s). Ciągnik przesuwiał wrębiarkę wzdłuż ściany za pomocą liny, której jeden koniec zaczepiony był do rozporu, a drugi do bębna. Ciągnik nadawał wrębiarce dwie prędkości: roboczą i transportową. Obok silnika na wrębiarce zabudowany był, w oddzielnej komorze, walcowy przełącznik kierunku obrotów [2]. Wrębiarka z przewodem zasilającym połączona była złączem wtykowym.





Rys. 7. Wrębiarka chodnikowa firmy AB  
Fig. 7. Coal-Cutting Machine of AB Firm



Rys. 8. Wrębiarka chodnikowa firmy AB  
Fig. 8. Coal-Cutting Machine of AB Firm

Przeprowadzając kolejne modernizacje skonstruowano w 1956 roku wrębiarkę hydrauliczną (WSH-60), której ciągnik stanowił napęd hydrauliczny napędzany z silnika roboczego. Silnik we wrębiarce WSH-60 miał moc 60 kW [6]. Do zasilania i sterowania wrębiarek zastosowano wyłącznik KWS 85. Rozpowszechnienie wrębiarek przy-

czyniło się do opracowano specjalnego przewodu oponowego typu wrębiarkowego, który powstał w wytwórni kablowej Siemens-Schuckert Werke.

Pierwsze wrębiarki napędzane silnikami elektrycznymi podłączone były do sieci zasilającej poprzez wyłącznik ręczny, zabudowany na wrębiarce. Zastosowanie do urabiania silników o większej mocy doprowadziło do wprowadzenia zasilania poprzez stycznik sterowany napięciem sieci zasilającej, umieszczony w skrzynce przyłączeniowej. Zaistniałe wypadki porażen spowodowały obniżenie napięcia sterowniczego w Polsce do 42 V, w ZSRR do 48 V, w Anglii do 30 V, we Francji do 24 V, a w Niemczech do 25 V.

W 1937 roku w polskich kopalniach stosowano około 150 wrębiarek ścianowych. Po wyzwoleniu w 1945 roku kopalnie posiadały 602 wrębiarki ścianowe. Pomimo rozpoczętej krajowej produkcji wrębiarek w 1947 roku sprowadzono z zagranicy 185 wrębiarek. W 1960 roku, w krajowych kopalniach węgla urabiano 860 wrębiarek ścianowych, a w 1965 roku już tylko 478 wrębiarek. Wzrosła natomiast liczba urabiających kombajnów ścianowych – z 112 w 1960 roku do 284 w 1965 roku.

Europejskimi firmami produkującymi wrębiarki były: Eickhoff, Mavor-Coulson, Anderson-Boyes, British Jeffrey-Diamond, Cowlshaw-Walker, Austin Hopkinsom, Gorłowska FMG, Sullivan, Joy-Sullivan, Piotrowicka Fabryka Maszyn, Knapp, Ostroj.

### Literatura

- [1] BANSEN H., *Die Streckenförderung*. Berlin 1921.
- [2] BOJEMSKI E., LESIECKI W., PELLAR J., POPOWICZ O., *Wykłady o mechanizacji robót górniczych*. Państwowe Wydawnictwo Techniczne Katowice 1953.
- [3] FRITZSCHE C., *Lehrbuch der Bergbaukunde*. Erste Band. Berlin / Heidelberg 1961.
- [4] JANION A., *Maszyny i urządzenia górnicze*. Wydawnictwo Śląsk. Katowice 1971.
- [5] KORDECKI Z., *Maszyny i urządzenia górnicze*. Wydawnictwo Śląsk. Katowice 1970.
- [6] KORMAN J., *Górnictwo*. Wydawnictwo Śląsk. Katowice 1972.
- [7] KUBICZEK T., *Maszyny i urządzenia mechaniczne w górnictwie*. Wydawnictwo Śląsk. Katowice 1971.
- [8] LESIECKI W., REGULSKI W., KRUSZEWSKI L., *Urabianie wrębiarkami. Górnictwo tom V*. Wydawnictwo Śląsk Katowice 1966.

### THE DEVELOPMENT OF THE HEWING TECHNIQUE IN COAL MINING – HEWING BY BLASTING AND CUTTING

The paper discusses the development of techniques of hewing the coal seam in coal mining. It presents the development of tools and instruments used for hewing coal by blasting. It also describes the historical development of coal-cutting machines used in coal mining.