

Stefan GIERLOTKA \*

## **ROZWÓJ TECHNIKI URABIANIA W GÓRNICTWIE WĘGLOWYM – URABIANIE KOMBAJNAMI**

W artykule omówiono rozwój technik urabiania calizny w górnictwie węglowym. Przedstawiono rozwój urządzeń stosowanych przy urabianiu węgla. Opisano historyczny rozwój konstrukcji kombajnów urabiających stosowanych w kopalniach węgla.

### **1. Wprowadzenie**

W górnictwie urabianie pokładu materiałami wybuchowymi rozpoczęto w XVII wieku. W 1867 roku Alfred Nobel wynalazł dynamit, który w górnictwie okazał się skutecznym środkiem do urabiania skał. Dla zwiększenia wydajności procesu urabiania pokładu wprowadzono najpierw ładowarki, a następnie maszyny zespołowe wrębiarki, strugi oraz kombajny.

### **2. Kombajny chodnikowe**

Pierwszy kombajn chodnikowy zastosowano przy próbie drażenia tunelu pod kanałem La Manche z Anglii do Francji w 1870 roku. Był to kombajn wierzący Channela, którym wykonano 2,4 km tunelu w twardych skałach wapiennych. Maszyna pracowała na podwoziu torowym i przesuwana była hydraulicznie.

Kombajny chodnikowe, zależnie od sposobu urabiania, były początkowo typu wierzącego, wycinającego lub frezującego (Bojemski i in., 1953). Urobek spadał na płytę, skąd był zabierany przez podawarkę zgrzeblową i ładowany do wozów.

**Kombajny wierzące** były wykonane w układzie ramionowym, pierścieniowe oraz wiertłowe. Kombajny ramieniowe urabiały ostrzami zabudowanymi na obracających się ramionach. Przykładem może być niemiecki kombajn Nordhausen, przeznaczony głównie do urabiania soli potasowych oraz skał płonnych. Kombajny pierścieniowe posiadały ostrza urabiające zabudowane w głowicy, w kształcie pierścienia. Kombajny wiertłowe urabiały caliznę przez jej odwiercanie. W 1942 roku w Zagłębiu Ruhry, w firmie Schmidt-Kranz skonstruowano kombajn składający się z trójramiennej głowi-

---

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

cy wiercącej. W 1948 roku w firmie Sunny-hill Coal zbudowano kombajn chodnikowy Col-Mol, którego obrotowa głowica urabiająca posiadała dziesięć wiertel piórowych umieszczonych na różnych promieniach (Kordecki, 1970).

W ZSRR skonstruowano w 1939 roku kombajn wierzący Cz-4 na podwoziu gąsienicowym. Tarcza wierząca o średnicy 3 m wykonywała 5 obrotów na minutę. Po zmodernizowaniu tego zespołu powstał kombajn PPK-1. W 1941 roku zbudowano kombajn GKN-2 składający się z dwóch stalowych rur zaopatrzonych w obrotowe pierścienie z urabiającymi nożami (Janion, 1971).

**Kombajny wycinające** (zwane *streckenbagger*) zostały skonstruowane w 1919 roku w fabryce Lauchhammerwerk. Kombajnem tym uzyskano postęp przodka 5,5 m/zmianę (Bansen, 1921). W 1950 roku firma Korfmann zbudowała kombajn składający się z kombinacji łańcuchowych wrębników prostych i pierścieniowych oraz żerdziowego wrębnika pionowego, osadzonych z podawarką zgrzeblową obrotowo na głowicy maszyny. Maszyna obracając się ścinała łukowo 60-centymetrowej szerokości pas calizny.

**Kombajny frezujące** urabiają caliznę przodka skrawami za pomocą organu frezującego. W 1925 roku firma Sullivan zbudowała kombajn frezujący, składający się z wysięgnika zamocowanego u dołu do kadłuba maszyny i wrębnika wykonanego w postaci wielozębatego frezu na wysięgniku. W 1948 roku firma Joy zbudowała kombajn Continuous-Miner, w którym część urabiająca składała się z sześciu łańcuchów wrębowych ustawionych równolegle. W tylnej części maszyny głowica była zaopatrzona w podawarkę zgrzeblową. Głowica ta, o szerokości 76 cm, umieszczona była ruchomo na podwoziu gąsienicowym. W głowicy znajdowały się dysze wodne do zraszania urobku. Kombajn posiadał siedem silników elektrycznych o łącznej mocy 97,5 KM (Gierlotka, 2009).

W 1948 roku w ZSRR zbudowano kombajn chodnikowy PM-1 składający się z wysięgnika przytwierdzonego przegubowo do kadłuba zawieszzonego na linach. Na końcu wysięgnika umieszczony był obracający się frez zbudowany z dziesięciu tarcz uzębionych. Kombajn posadowiony był na saniach, a urobek zgarniany na podawarkę łańcuchową sypiącą na przenośnik. (rys. 1)

W polskich kopalniach kombajny chodnikowe zaczęto stosować po II wojnie światowej. Były to radzieckie kombajny frezujące typu PK-2 i PK-3. Kombajn PK-2 składał się z głowicy urabiającej, ładowarki zgrzeblowej, podawarki taśmowej i podwozia gąsienicowego. Częścią urabiającą były dwa pionowe wrębniki umieszczone na obrotnicy, wykonujące ruchy wahadłowe. Urobek spadający na spąg zabierany był zgrzeblami ładowarki. Kombajn PK-3 miał organ frezujący w postaci obracającej się kuli osadzonej na ruchomym wysięgniku, który można było przesuwać w całej przestrzeni przodka (Kubiczek, 1971).



Rys. 1. Kombajn chodnikowy R 120

Fig. 1. Heading machine – Model R 120

Innym rozwiązaniem był radziecki kombajn PK-6 na podwoziu gąsienicowym, przeznaczony do drażenia chodników i urabiania wąskich zabierek w węglu. Jego głowica urabiająca składała się z dwóch, obracających się w przeciwnych kierunkach organów, wyposażonych w noże. W środku, na wale, osadzone było wiertło koronkowe. Zwiercony urobek zbierany był ze spągu obracającymi się kubelkami, które podawały go na podawarkę zgrzeblową sypiącą do wozu odstawczego ustawionego za kombajnem. Dla stabilnej pracy kombajn posiadał gąsienicę górną dociskaną do stropu hydraulicznie. Łączna moc silników kombajnu PK-6 wynosiła 95,5 kW. W końcu lat sześćdziesiątych XX wieku, do polskich kopalń wprowadzono kilka radzieckich kombajnów PK-7, zaś w roku 1976 również radziecki kombajn PK-9, którego organ frezujący był w kształcie stożka ściętego. Ramię organu poruszało się w kierunku pionowym i poziomym. Kombajnem PK-9 drażyć można było chodniki o wysokości 2,8 m i szerokości 3,3 m. Urobek był nagarniany łopami na zgrzeblową podawarkę jednołańcuchową sypiącą na odstawę taśmową. Moc silników kombajnu wynosiła 173 kW. Maszyny te zasilane były napięciem 500 V. Oprócz kombajnu PK-9 stosowano w końcu lat siedemdziesiątych radziecki kombajn chodnikowy GPK (Gierlotka, 2009). W roku 1974 rozpoczęto próby z kombajnem AM-50 produkowanym przez austriacką firmę Voest-Alphina, a w 1976 roku zastosowano angielski kombajn MK-2a firmy Disco. Spośród testowanych kombajnów uznanie kopalń znalazł kombajn AM-50.

W Polsce budowę kombajnów chodnikowych podjęła firma REMAG w Katowicach-Kostuchnie. W oparciu o licencję firmy Vöest Alphina zbudowano w 1975 roku kombajn AM-50p, którego organ urabiający napędzany jest silnikiem o mocy 100 kW. Do manewrowania kombajnem i napędu podawarki zastosowano 6 silników o mocy 11 kW i napięciu 500 V. Po wygaśnięciu licencji w 1985 roku, firma REMAG zmodernizowała kombajn AM-50 o swoje rozwiązania. W 1995 roku w zakładzie tym powstaje własna konstrukcja kombajnu chodnikowego KR-150, a w latach następnych kombajny chodnikowe R-100, KR-150z. Silniki do tych kombajnów wykonywało przedsiębiorstwo DAMEL w Dąbrowie Górniczej. W 1982 roku uruchomiono w Fabryce Maszyn Górniczych FAMUR licencyjną produkcję kombajnów AM-50p. Kombajn ten wyposażony jest w 5 silników elektrycznych o mocy 11 kW oraz silnik 100 kW, napędzający organ urabiający. Maszyna ta, o długości 7,5 m i masie 22000 kg, porusza się na gąsienicach (rys. 2).



Rys. 2. Kombajn chodnikowy AM-50z

Fig. 2. Heading machine – Model AM-50z

W roku 1970. pracowało w polskich kopalniach tylko 10 (radzieckich) kombajnów chodnikowych. W 1975 roku czynnych było w polskich kopalniach 78 maszyn tego rodzaju, a 1980 roku już 247 sztuk, z czego większość to kombajny AM-50. W 1980 roku 43% wyrobisk przygotowawczych wykonywanych było kombajnami chodnikowymi (Gierlotka, 2009).

### 3. Kombajny ścianowe

Pierwsze kombajny ścianowe **wycinające** były wyposażone w organ urabiający w postaci wrębniaka oraz jednej lub dwóch żerdzi z tarczami kruszącymi. Urabiały one caliznę wycinając za pomocą wrębniaków pas na całej powierzchni ściany. W 1932 roku firma Major-Coulson skonstruowała kombajn ścianowy JaR zbudowany w oparciu o wcześniejszą konstrukcję wrębiarki. Kombajn posiadał poziomy wrębniak łańcuchowy oraz pionowy wrębniak żerdziowy. Maszyna napędzana silnikiem elektrycznym o mocy 31 kW wycinała pas węgla o szerokości 1,6 m. W 1934 roku angielska firma Meco-Moore wykonała kombajn ścianowy AB, skonstruowany z dwóch wrębiarek firmy Anderson-Boyes ustawionych na sobie. Za wrębniakami obu wrębiarek dobudowano ładowarkę żerdziową wraz z podawarką taśmową i pionowy wrębniak łańcuchowy. Maszyna przesuwała się wzdłuż ściany za pomocą liny nawijanej na bęben ciągnika (Fritzsche, 1961). W 1938 roku firma Eickhoff wykonała kombajn wycinający o nazwie Eiserner Bergmann oparty o wrębiarkę z dobudowaną wieżyczką napędzającą wrębniak żerdziowy. Caliznę urabiały dwa wrębniaki: łańcuchowy i żerdziowy. Za kombajnem ciągnięta była ładowarka zgrzeblowa sypiąca na podawarkę zgrzeblową, i dalej na przenośnik wstrząsany. Kombajn ten zastosowano w 1941 roku jako pierwszy w górnośląskiej kopalni Bobrek w Bytomiu. Był to kombajn firmy Eickhoff i pracował przez okres II wojny światowej i pierwsze lata powojenne (Bojemski i in., 1953).

W 1946 roku wyprodukowano kombajn ścianowy Logan, składający się z trzech łańcuchowych wrębniaków jednego łańcuchowego wrębniaka pomocniczego oraz podawarki zgrzeblowej. Szeroki wrębniak pionowy urabiał podwrębiony pas calizny węglowej. Podobne rozwiązania kombajnów wycinających wykonały firma Joy w 1948 roku. W ZSRR, w latach czterdziestych XX w., powstały podobne kombajny wycinające o nazwach: WNAT, KMP, UKA. W 1945 roku w Zagłębiu Karaganda zastosowano kombajn KM-6 zbudowany z trzech wrębiarek wycinających (Korman, 1972).

W 1951 roku sprowadzono do Polski z ZSRR dwa pierwsze ścianowe kombajny wycinające typu Donbass-1, które rozpoczęły pracę w kopalniach Siemianowice oraz Anna. W kopalni Dymitrow zastosowano kombajn Meco-Moore. Do roku 1955 w polskich kopalniach pracowało kilkadziesiąt kombajnów typu Donbass. Kombajn ten posiadał napęd w postaci silnika elektrycznego o mocy 65 kW oraz ładowarkę napędzaną silnikiem o mocy 14 kW (Janion, 1971). Oprócz kombajnu Donbass-1 stosowano radzieckie kombajny: Donbass-52, ŁDG-2, Gorniak-1 i Szachtior-1, wszystkie zasilane napięciem 380 V. (rys. 3)

Na podstawie doświadczeń z kombajnem Donbass opracowano w Polsce serię kombajnów ścianowych typu KW 52 oraz KW 57, których konstrukcję oparto o krajową wrębiarkę WLE-80s. Rozpoczęcie w Piotrowickiej Fabryce Maszyn koło Katowic produkcji wrębiarek ścianowych WSH-60 z ciągnikiem hydraulicznym umożliwiło opracowanie w 1955 roku kombajnów typu KW-1 oraz KW-3 (Kubiczek, 1971). W latach 1956–60 wykonano ponad 70 kombajnów wrębniakowych KW-1 i KW-3. Kombajn KW-1 napędzany był silnikiem elektrycznym o mocy 95 kW i napięciu

500V. Ładowarka kombajnu posiadała napęd niezależny – silnik o mocy 28 kW. Kombajn KW-1 był przewidziany do pracy w pokładach o miąższości 1,0–1,6 m i nachyleniu do 15°. Najbardziej powszechnym był kombajn KW-3, którego głowica urabiająca składała się z pierścieniowego wrębniaka i dwu żerdzi z tarczami rozcinającymi. W ramie pierścieniowego wrębniaka biegł łańcuch z zamocowanymi nożami. Na wrębniku umieszczone były, jedna nad drugą, dwie żerdzie kruszące. Na obrotowych żerdziach umieszczone były w linii śrubowej noże oraz tarcze kruszące. W kombajnie KW-3 zastosowano ładowarkę zgrzeblową napędzaną silnikiem o mocy 25 kW. Posuw maszyny odbywał się za pomocą liny stalowej przewijanej prze bęben linowy napędzany ciągnikiem hydraulicznym. Kombajn KW-3 pracował pomiędzy przenośnikiem ścianowym a czołem przodka. Węgiel wycięty wrębniakiem i rozkruszony żerdzią rozcinającą spadał na spąg, skąd zgrzebla ładowarki przerzucały go na przenośnik zgrzeblowy.



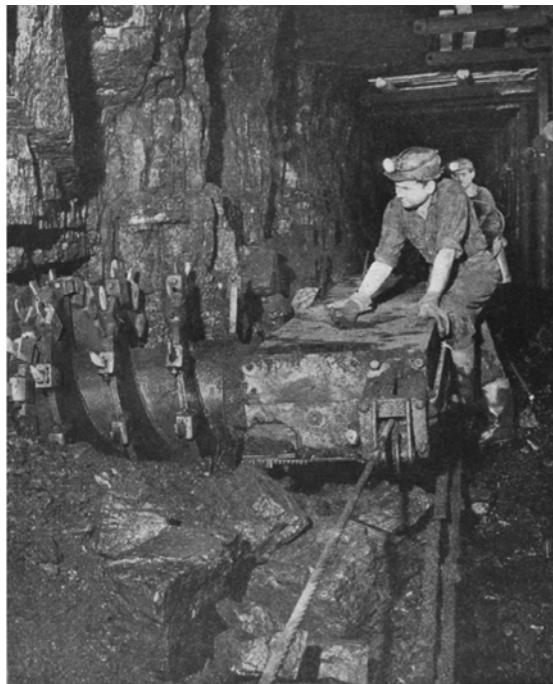
Rys. 3. Radziecki kombajn ścianowy 1K-52Sz

Fig. 3. Soviet mining shearer – Model 1K-52Sz

W końcu lat pięćdziesiątych do niektórych kopalń sprowadzono kombajn Anderton o konstrukcji opartej o wrębniarkę ścianową produkcji Anderson-Boyes. W kombajnie tym wrębniak zastąpiono bębniem z urabiającymi nożami, obracającym się na poziomej osi. Noże urabiały węgiel skrawając od spągu do stropu rzucając urobek na ciągniętą za kombajnem ładowarkę. Ładowarka zgarniała urobek na przenośnik pancerny. Silnik kombajnu Anderton miał moc 75 KM, a całe urządzenie ważyło 5 ton (Fritzsche, 1961).

Wadą kombajnów wycinających była jednokierunkowa praca i ograniczone zastosowanie przy słabych stropach, ze względu na duży zabiór. Wad tych nie miały szybkobieżne kombajny bębnowe, urabiające pokład węgla przez frezowanie małym zabio-rem, dwukierunkowo, przy niewielkim odsłonięciu stropu.

Pierwsze kombajny frezujące produkowane od 1959 roku w Piotrowickiej Fabryce Maszyn – typu KWB-2 (rys. 4) – były jednobębnowe. Organem urabiającym był uzbrojony w noże wirujący bęben. Zastosowano w nich silnik o mocy 60 kW i ciągnik z wrębiarki hydraulicznej WSH-60. W kopalniach metanowych Rybnickiego Okręgu Węglowego zamiast silnika elektrycznego stosowano silnik pneumatyczny. Ciągnik posiadał napęd hydrauliczny lecz zamiast bębna linowego zastosowano paraboliczną tarczę linową. Lina ciągnięta, przymocowana jednym końcem do napędu przenośnika, drugim do zwrotni opasywała kilkakrotnie tarczę paraboliczną. W latach 1960–1965 wykonano ponad 400 takich kombajnów. Maszyny te były przystosowane do jednokierunkowego urabiania węgla z ręcznym urabianiem łąty przystropowej. Strop zabezpieczano członowymi stropnicami podwieszonymi na strzemionach. Po zakończeniu urabiania kombajn, wycofując się, załadowywał oberwany z łąty węgiel. Za wycofywanym kombajnem przesuwano przenośnik ścianowy do nowego pola i jednocześnie zabudowywano nowe stojaki podporowe pod stropnice. Dla zawrębiania kombajnu wykonywano specjalną wnękę w caliźnie do której wsuwano organ.



Rys. 4. Kombajn ścianowy KWB-2

Fig. 4. Mining shearer – Model KWB-2

W 1962 roku zwiększono moc silników kombajnowych do 125 kW, budując nowy kombajn KWB-3. Zastosowano w nim ciągnik łańcuchowy napędzany przekładnią hydrauliczną z pompą i silnikiem tłokowym. Kombajn posuwał się z prędkością robo-

czą 5 m/min i manewrową do 10 m/min. Zasilany był napięciem elektrycznym 500 V. W latach 1964–72 Fabryka Maszyn Górniczych FAMUR w Piotrowicach wyprodukowała 530 kombajnów typu KWB-3. Kombajny KWB-2 i KWB-3 urabiały pokład jednokierunkowo. W 1965 roku w Piotrowickiej Fabryce Maszyn opracowano kombajn KB-70 z silnikiem o mocy 70 kW (Gierlotka, 2009).

W drugiej połowie lat sześćdziesiątych wdrożono kombajny ramionowe, z możliwością podnoszenia i opuszczania urabiającego bębna. Wymienić tu należy kombajny KR-1 o mocy 125 kW oraz KWB-3R z silnikiem 135 kW o napięciu zasilania 500 lub 1000 V. Dalszy rozwój kombajnów ścianowych polegał na zwiększeniu siły ciągu ciągnika oraz zastosowaniu konstrukcji pozwalającej urabiać pokład dwukierunkowo. W grupie tej wymienić należy kombajny KWB-3D i KWB-3DS dwubębnowe, których 235 sztuk wyprodukowano w latach 1967–1977 oraz dwubębnowe kombajny ramionowe KWB-3RDS, których w latach 1972–1978 wykonano 510 sztuk (Gierlotka, 2009). Kombajn KWB-3RDS był pierwszym krajowym kombajnem samozawrębiającym się przystosowanym do urabiania bezwęnekowego. Od roku 1973. rozpoczęto produkcję kombajnów dwubębnowych, ramionowych KWB-6 z silnikami 2×250 kW, przeznaczonych do urabiania węgla o dużej zwięzłości, w pokładach o wysokości 2,5 do 4,3 m. W początkach lat siedemdziesiątych wprowadzono napięcie 1000 V do zasilania kombajnów i przenośników ścianowych.

W 1976 roku podjęto produkcję udoskonalonego typoszeregu kombajnów dwubębnowych ramionowych KWB-3RDU o mocy 2×135 kW lub 2×160 kW i zakresie urabiania 1,5 do 3,5 m. W latach 1976–1982 wyprodukowano 1130 tych kombajnów, które stały się podstawowym wyposażeniem ówczesnych zmechanizowanych kompleksów ścianowych o wysokości od 1,5 m do 3,5 m.

Stosowane w kombajnach ciągniki łańcuchowe były przyczyną wielu wypadków podczas robót w wyrobiskach ścianowych. Szczególnie groźne dla załogi były zjawiska tzw. „biczowania” łańcucha oraz jego zerwanie. W 1980 roku dokonano modernizacji kombajnów przez zastąpienie niebezpiecznego w pracy łańcuchowego posuwu znacznie bardziej bezpiecznym beziędnym napędem posuwu wg polskiego systemu Poltrak. Wykorzystano w nim ciągnik kombajnowy, w którym łańcuchowe koło napędowe dostosowano do współpracy ze specjalną zębatą drabinką mocowaną przegubowo do zastawek przenośnika ścianowego. Do 1982 roku wyprodukowano 61 kombajnów oznaczonych KWB-3RDU/B (Gierlotka, 2009). Innym rozwiązaniem konstrukcyjnym był system Eicotrak, w którym drabinka mocowana jest poziomo w zastawce przenośnika ścianowego. Koło napędowe ciągnika, usytuowane pionowo, swoimi zębami wchodzi w zazębienie z poziomymi ustawionymi sworzniami drabinki wymuszając przemieszczenie kombajnu. (rys. 5)

W latach 1980–81 przedsiębiorstwo KOMAG wraz z fabryką FAMUR w Katowicach-Piotrowicach opracowało nową generację kombajnów dwuramionowych typu KGS. W kombajnach tych kołnierze silniki elektrycznych o mocy 132, 160 lub 250 kW umieszczone zostały w ramionach kombajnu.





Rys. 5. Kombajn ścianowy KGS-400  
Fig. 5. Mining shearer – Model KGS-400

Kombajny urabiające w górnictwie stały się podstawowym narzędziem w pozyskaniu kopalin, zwłaszcza węgla kamiennego. Nowoczesne kombajny charakteryzują się zwiększoną prędkości urabiania i większymi organami urabiającymi. Wprowadza się automatyzację procesu urabiania.

### 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. GIERLOTKA S., *Historia górnictwa – technika, mechanizacja, elektryfikacja*. Wydawnictwo Śląsk. Katowice 2009.
5. JANION A., *Maszyny i urządzenia górnicze*. Wydawnictwo Śląsk. Katowice 1971.
6. KORDECKI Z., *Maszyny i urządzenia górnicze*. Wydawnictwo Śląsk. Katowice 1970.
7. KORMAN J., *Górnictwo*. Wydawnictwo Śląsk. Katowice 1972.
8. KUBICZEK T., *Maszyny i urządzenia mechaniczne w górnictwie*. Wydawnictwo Śląsk. Katowice 1971.

## THE DEVELOPMENT OF THE HEWING TECHNIQUE IN COAL MINING – MECHANICAL COAL MINER HEWING

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.