

Nadesłano 12.07.2016 r.; zaakceptowano 3.10.2016 r.

ROZWÓJ ELEKTRYFIKACJI KOPALŃ WĘGLA KAMIENNEGO

Stefan GIERLOTKA

Główna Komisja Muzealnictwa i Tradycji Górniczych SiTG

*elektryfikacja górnictwa.
historia górnictwa, historia elektrotechniki*

Górnictwo od najdawniejszych czasów odgrywało znaczącą rolę w rozwoju gospodarczym świata. Pierwotny górnik wydobywał początkowo urobek ręcznie ze sztolni, a następnie płytkich szybów. Gdy wielkość kopalń wzrosła tak, iż wyrobiska górnicze zostały oddalone od szybu nieraz o kilka kilometrów, ręczny transport urobku okazał się zbyt uciążliwy i mało wydajny. Zaprzęgnięto wtedy do pracy konie, parę, a wreszcie elektryczność.

1. Początki elektryfikacji kopalń do 1945 roku

Początki elektryfikacji górnictwa rozpoczęły się w 1875 roku, gdy w kopalniach brytyjskich i niemieckich zainstalowano pierwsze elektryczne lampy oświetleniowe. Na Śląsku pierwsze elektryczne oświetlenie nadszybia i sortowni zainstalowano w kopalni Matylda w 1879 roku. Pierwsze oświetlenie elektryczne na dole, wykonano w 1882 roku na podszybiu w kopalniach Hohenzollern (Szombierki), Giesche i Ferdynand w Katowicach. W latach następnych oświetlenie elektryczne na dole stosowane było w większości kopalń na Śląsku. Pierwsze instalacje elektryczne były zasilane prądem stałym o napięciu 65 V. Stosowane wówczas żarówki nie posiadały opraw, a były zawieszane za pomocą haczyków na gołych przewodach elektrycznych. Ponieważ głębokość kopalń wtedy nie była duża (sięgała kilkudziesięciu metrów) źródłem prądu była prądnica napędzana silnikiem parowym zabudowana na nadszybiu.

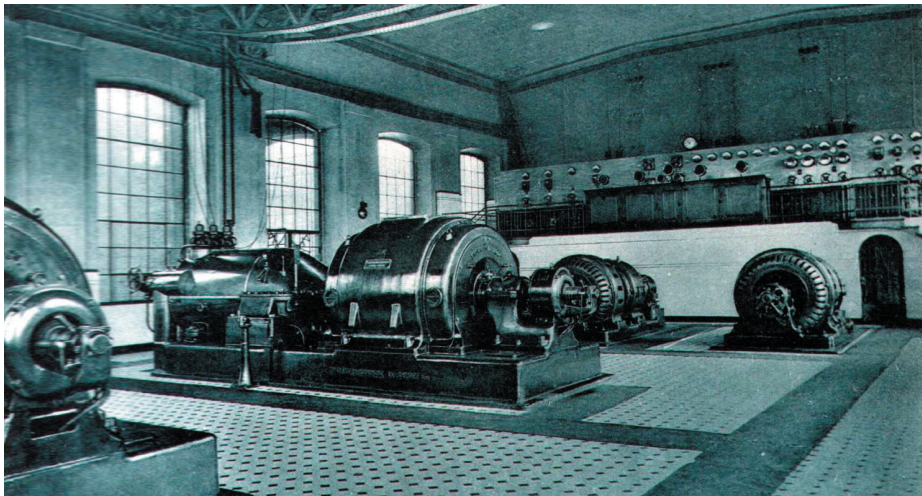
Pierwsze osobiste elektryczne lampy akumulatorowe rozpoczęto wykonywać w 1890 roku dla angielskich górników. Lampy takie zakupiła w Londynie kopalnia „Królowa Luiza” w Zabrze i stosowane były do pracy w wyrobiskach zagrożonych metanem. W 1927 roku produkcję lamp elektrycznych dla górnictwa rozpoczęła niemiecka firma Friemann & Wolf w Zwickau, która w 1929 roku uruchomiła swoją filię w Katowicach (Piątek, 1997). Od 1930 roku w wyrobiskach zagrożonych meta-

nem zaczęto instalować oświetlenie elektrycznymi lampami turbinowymi, zasilanymi z sieci sprężonego powietrza. W przypadku stłuczenia klosza prąd powietrza zasilającego turbinę chłodził rozgrzane źródło światła i nie dopuszczał mieszaniny wybuchowej do wnętrza lampy.

Pierwszy silnik elektryczny prądu stałego, o mocy 3 kW, do napędu pompy wodnej zastosowano w 1882 roku w angielskiej kopalni Trafalgar Colliery, na obszarze górniczym The Forest of Dean. Na Śląsku pierwsze pompy odwadniające napędzane silnikiem elektrycznym uruchomiono w 1897 roku w kopalni Murcki, a w 1900 roku w kopalni Ferdynand w Katowicach. Postęp elektryfikacji górnictwa następował tak szybko, że w 1912 roku wszystkie kopalnie na Śląsku posiadały pompy odwadniające napędzane silnikami elektrycznymi oraz elektrycznie oświetlone podszybia (Kulejew, 1938).

Z rozwojem górnictwa węgla wiązał się rozwój elektroenergetyki. W 1896 roku w kopalniach Ferdynand (Katowice), a następnie Murcki uruchomiono pierwsze elektrownie kopalniane z prądnicą trójfazową o napięciu 500 V. Prądnice napędzano tłokową maszyną parową. W latach następnych przy każdej większej kopalni powstaje elektrownia zasilana parą z zakładowej kotłowni. Pierwszą turbinę parową na Górnym Śląsku zainstalowano w 1901 roku w elektrowni kopalnianej Gottas-segen (Wanda-Lech) w Wirku (Ruda Śląska). Była to turbina parowa o mocy 440 kW wykonana w firmie Brown-Boveri (Gierlotka, 2012). Turbiny parowe szybko wyparły z elektrowni kopalnianych napędy parowo-tłokowe (ryc. 1).

W 1879 roku Werner von Siemens na wystawie przemysłowej w Berlinie przedstawił pierwszą lokomotywę elektryczną zasilaną z przewodu jezdnego. Lokomotywę wykonał dla kopalni w Cottbus, która ostatecznie wycofała się z złożonego zamówienia. W przewozie dołowym pierwszą lokomotywę elektryczną urucho-



Ryc. 1. Elektrownia kopalni Mysłowice z napędem turbinowym (archiwum autora)

Fig. 1. Electric power plant with turbo-electric drive in Mysłowice mine (author's archive)

miono w 1882 roku, w kopalni węgla Zanckerode koło Drezna. Na Śląsku pierwszą lokomotywę elektryczną w wyrobiskach dołowych uruchomiono w 1883 roku, w kopalni Hohenzollern (Szombierki). Napęd lokomotywy stanowił silnik elektryczny prądu stałego o mocy 10 KM. Lokomotywa poruszała się z prędkością do 12 km/h. W 1913 roku w śląskich kopalniach pracowało 37 lokomotyw elektrycznych z silnikami szeregowymi prądu stałego o mocy od 7,5 kW do 22 kW. Podczas I wojny światowej w przewozie dołowym stosowano ponad 200 przewodowych lokomotyw elektrycznych o mocy do 32 kW (Gierlotka, 2009).

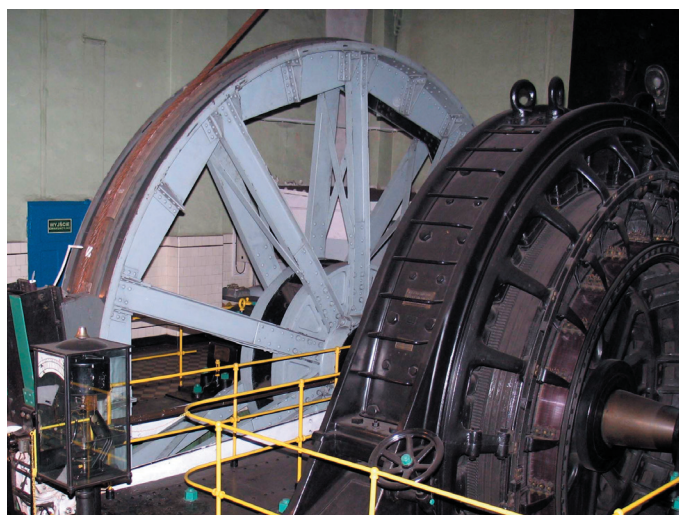
Pierwszą maszynę wyciągową z napędem elektrycznym zastosowano w 1894 roku, w kopalni „Thiederhall” w Brunzshwiku. Do napędu urządzenia wyciągowego w szybie o głębokości 200 m zastosowano dwa silniki bocznikowe prądu stałego. Silniki przełączano elektrycznie w układ szeregowy lub równoległy. Prędkość ciągnięcia przy połączeniu równoległym wynosiła około 7 m/s, a przy połączeniu szeregowym 3,5 m/s. Celem złagodzenia wahań napięcia i obciążeń sieci zastosowano baterię akumulatorów, jako baterię wyrównawczą, która w przypadku awarii zasilania pozwalała, na dokończenie jazdy.

W roku 1891 Harry Ward-Leonard uzyskał patent na nowy sposób regulacji obrotów silnika prądu stałego przez regulację wzbudzenia prądnicy zasilającej silnik roboczy. W 1901 roku, urodzony w Nysie Karl Ilgner, opatentował zastosowanie koła zamachowego do przetwornicy w układzie Leonarda. Pierwszy układ Leonarda-Ilgnera z kołem zamachowym zainstalowano w 1903 roku w maszynie wyciągowej szybu Zollern w Gelsenkirchen. Ciężar koła zamachowego wynosił 42 tony. Maszynę wyciągową wyposażono w jeden z pierwszych regulatorów jazdy zainstalowanych na wskaźniku głębokości (Gierlotka, 2016). Napęd elektryczny maszyny wyciągowej okazał się o wiele lepszy i sprawniejszy od stosowanego wcześniej napędu parowego. W pierwszej połowie XX wieku kończy się epoka maszyn parowych, a zaczyna się epoka rozwoju elektrycznych maszyn wyciągowych.

Pierwszą elektryczną maszynę wyciągową na Górnym Śląsku uruchomiono w 1902 roku w kopalni „Concordia” w Zabrze. W roku 1912 na Górnym Śląsku czynne były już 32 elektryczne maszyny wyciągowe. Jedną z nich, firmy AEG, uruchomiono w 1912 roku pracującą nadal w kopalni Wujek, w Katowicach (ryc. 2).

Z początkiem XX wieku w kopalniach angielskich i niemieckich nastąpiły zmiany w technologii wydobywania węgla. Większą uwagę zwrócono na mechanizację robót górniczych oraz koncentrację wydobywania systemem długich filarów. Rozpoczęto próby stosowania napędu elektrycznego do napędu wrębiarek łańcuchowych oraz maszyn odstawczych (Bansen, 1921). Na Górnym Śląsku w 1925 roku w kopalniach stosowano 8 wrębiarek firmy Sullivan oraz Westfalia napędzanych silnikiem elektrycznym.

Pierwszy kombajn frezujący napędzany silnikiem elektrycznym zbudowała w 1925 roku firma Sullivan. W 1934 roku angielska firma Meco-Moore wykonała kombajn ścianowy z dwoma silnikami elektrycznymi o mocy 60 KM (Fritzsche, 1961). W 1941 roku uruchomiono pierwszy kombajn ścianowy firmy Eickhoff w kopalni Bobrek w Bytomiu.



Ryc. 2. Maszyna wyciągowa układu Leonarda w kop. Wujek

Fig. 2. Winder based on Leonardo system – Wujek coal mine

Do uruchomienia przodkowych maszyn górniczych w pierwszej połowie XX wieku stosowano manewrowe wyłączniki elektryczne produkowane przez firmy Siemens oraz AEG (Obrąpalski, 1939). W 1942 roku niemiecki koncern Siemens przeniósł wydział elektrycznej aparatury ognioszczelnej i przeciwwybuchowej dla górnictwa do firmy Bromberger Industriewerke AG w Bydgoszczy. Po wojnie, od 1945 roku fabryka pod nazwą Bydgoskie Zakłady Przemysłowe Bydgoszczy kontynuowała produkcję aparatury elektrycznej dla rozwijającego się przemysłu węglowego.

W początkach XX wieku dołowe elektryczne sieci rozdzielcze oparte były głównie o napięcie 3 kV. Budowa kopalnianych elektroenergetycznych sieci rozdzielczych odbywała się o zapisy przepisów VDE (Verband Deutscher Elektrotechniker), które dla górnictwa podziemnego przewidywały układ z izolowanym punktem neutralnym transformatora. W kopalniach niegazowych do zasilania urządzeń elektrycznych stosowano transformatory olejowe budowy normalnej, a w kopalniach gazowych transformatory olejowe budowy wzmocnionej (Kulejew, 1938). Dopiero w okresie II wojny światowej wprowadzono do kopalń niegazowych transformatory suche w wykonaniu okapturzonemu produkcji niemieckiej firmy Bode o mocy do 200 kVA.

W okresie II wojny światowej, zwiększone zapotrzebowanie na węgiel wymuszało dalszy rozwój mechanizacji górnictwa. Właściwym rozwiązaniem było wprowadzanie wybierania systemem ścianowym oraz kompleksowa mechanizacja i elektryfikacja robót górniczych. Zastosowanie ciężkich maszyn urabiających i ładujących, zawierających po kilka silników, możliwe było tylko w oparciu o napęd elektryczny.

Dla pokrycia zapotrzebowania energii elektrycznej przez kopalnie rozbudowywano na Śląsku energetyczne sieci przesyłowe wysokiego napięcia 110 kV.

2. Elektryfikacja polskich kopalń po 1945 roku

W kopalniach do 1946 roku stosowano różne wartości napięć zasilania: 24, 42, 45, 80, 120, 125, 220, 380, 500 V, a w trakcji elektrycznej: 130 i 220 V. Do rozdziału energii i zasilania większych odbiorników stosowano napięcie 2000, 3000, 5000 i 6000 V (Obrąpalski, 1939). Dopiero po wojnie, w 1946 roku utworzono komisję normalizacyjną, która ujedynoliciła napięcia stosowane w kopalnianych instalacjach elektrycznych. Przyjęto do oświetlenia wyrobisk i zasilania wiertarek 125 V, dla maszyn górniczych – 500 V, urządzeń trakcji dołowej – 250 V prądu stałego, a dla dołowej sieci rozdzielczej napięcie 6000 V. Ponieważ większość kopalń (przed 1945 rokiem należących do Niemiec) posiadała dobrze rozbudowane dołowe sieci rozdzielcze o napięciu 3 kV, napięcie to zostało czasowo dopuszczone. W latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku w kopalniach węgla zaniechano stosowania napięcia 3 kV, przechodząc na napięcie rozdzielcze 6 kV. Wyjątkiem stały się Kopalnie Soli „Bochnia” i „Wieliczka”, gdzie jaszczce stosuje się urządzenia rozdzielcze o napięciu 3 kV.

Po wojnie w kopalniach nadal górnicy stosowali lampy firmy Friemann & Wolf. Dopiero w 1949 roku w Fabryce Lamp Górniczych w Katowicach uruchomiono produkcję lamp akumulatorowych o masie 4,2 kg, oznaczonych symbolem R-21/49 (Piątek, 1997). W późniejszych latach fabryka ta została z Katowic przeniesiona do Tarnowskich Gór gdzie utworzono Fabrykę Sprzętu Ratunkowego i Lamp Górniczych FASER. Na przełomie lat 1954/1955 opracowano nowe lampy ręczne typu Rr-21/54 o masie 4,7 kg i R-28/55 o masie 5,5 kg. Dla osób dozoru opracowano akumulatorową lampę urzędniczą typu U-6 masie 1,8 kg. Lampy posiadały akumulator o napięciu 2,5 V.

Opierając się na wzorcach lamp stosowanych w innych krajach, rozpoczęto roku 1957 produkcję krajowych lamp nahełmnych typu Rc-10/57. Po modernizacji tej lampy w 1959 roku rozpoczęto produkcję lamp Rc-12 o masie 2,7 kg, która w latach późniejszych została rozpowszechniona w całym krajowym górnictwie.

Dla przyspieszenia elektryfikacji kopalń utworzono w 1955 roku Zakład Elektryfikacji w Instytucie Mechanizacji Górnictwa, który zajął się zagadnieniami elektryfikacji podziemi kopalń. W 1957 roku utworzono Zakłady Konstrukcyjno-Mechanizacyjne Przemysłu Węglowego ZKMPW, którego zadaniem było prowadzenie badań nad maszynami i systemami mechanizacji oraz elektryfikacji górnictwa. Od 1 stycznia 1975 roku Zakłady Konstrukcyjno-Mechaniczne Przemysłu Węglowego ZKMPW zostały podzielone na dwa ośrodki: KOMAG z siedzibą w Gliwicach oraz Ośrodek Badawczo Rozwojowy Elektryfikacji i Automatyzacji Górniczej OBR EMAG z siedzibą w Katowicach (Gluziński, 1981).

Problemem przed którym stanęła w latach pięćdziesiątych ubiegłego wieku elektryfikacji kopalń była budowa nowych kopalń w Rybnickim Okręgu Węglowym. Podczas udostępniania nowych pokładów w Rybnickim Okręgu Węglowym

natrafiono na pokłady, w których zawartość wydzielanego metanu przeliczonego na czystą substancję wydobywania przekraczała 30 m³/t. W warunkach wydzielania tak dużych stężeń metanu stosowanie urządzeń elektrycznych było bardzo ograniczone. Stosowano tylko maszyny urabiające i odstawcze z silnikami napędzanymi energią sprężonego powietrza. Elektryfikacja kopalń metanowych Rybnickiego Okręgu Węglowego rozpoczęła się w 1958 roku, stopniowo i etapami stosowane silniki pneumatyczne zastępowano silnikami elektrycznymi.

Zaraz po wojnie, dla zwiększenia wydobywania węgla, podjęto prace nad konstrukcją krajowych wrębiarek górniczych. W 1946 roku zbudowano w Piotrowickiej Fabryce Maszyn Górniczych w Katowicach pierwszą polską wrębiarkę ścianową typu WŁE-40s z silnikiem elektrycznym, opartą na konstrukcji wrębiarki firmy Eickhoff. W 1953 roku skonstruowano wrębiarkę łańcuchową typu WŁE-50 przeznaczoną do urabiania systemem ścianowym. W 1956 roku w wyniku prac modernizacyjnych skonstruowano wrębiarkę WSH-60 z ciągnikiem hydraulicznym, którego pompa napędzana była silnikiem elektrycznym o mocy 60 kW (Mitręga, 1967).

W 1950 roku sprowadzono do Polski z ZSRR dwa pierwsze ścianowe kombajny wycinające typu Donbass-1, które rozpoczęły pracę w kopalniach Siemianowice oraz Anna. Kombajn Donbass-1 posiadał silnik elektryczny o mocy 65 kW do napędu organu urabiającego oraz drugi silnik o mocy 14 kW do napędu ładowarki zgrzeblowej. Pomyślne wyniki produkcyjne z kombajnami zapoczątkowały w polskich kopalniach eksploatację pokładu systemem ścianowym. W 1951 roku importowano z ZSRR dalsze 16 kombajnów, a w 1955 roku sprowadzono 50 kombajnów typów Donbass-1, Górniak i Szachtior. Na podstawie doświadczeń z kombajnem Donbass-1 opracowano w 1955 roku, w Piotrowickiej Fabryce Maszyn konstrukcję kombajnów ścianowych typu KW 52 oraz KW 57. Kombajny posiadały silniki elektryczne zasilane napięciem 500 V (Kawecki, 1984). Dalszy rozwój kombajnów ścianowych wymuszał stosowanie większych organów urabiających i zwiększenie mocy silników napędowych.

Stosowanie coraz większych maszyn górniczych wymuszało konieczność podwyższenia napięcia zasilania silników i sieci zasilających do 1000 V. W 1965 roku kopalnia Wesoła zakupiła francuski kombajn ścianowy z silnikami o napięciu znamionowym 960 V. Wraz z kombajnem zakupiono całe wyposażenie elektryczne do zasilania kombajnu. Nabyte doświadczenia spowodowały opracowanie w 1967 roku pierwszego krajowego kombajnu KR-1 zasilanego napięciem 1000 V, który uruchomiony został w kopalni Ziemowit. Drugi kombajn KR-1 z silnikami na napięcie 1000 V uruchomiono w kopalni Komuna Paryska. Fabryka maszyn urabiających FAMUR w Katowicach-Piotrowicach uruchomiła w 1968 roku seryjną produkcję kombajnu KWB-3R z silnikami 135 kW zasilanego napięciem 1000 V. W 1976 roku rozpoczęto produkcję kombajnu dwubębnowego KWB-3RDU o mocy 2 × 135 kW oraz 2 × 160 kW, o możliwości urabiania pokładu do 3,5 m (Gluziński, 1981). Kombajn ten był przez wiele stosowany lat w kopalniach, a w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych osiągnęto rekordy wydobywania ze ściany.

Duża koncentracja wydobycia węgla, która miała miejsce w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku, wymuszała budowę większych maszyn urabiających i odstawczych. W użytkowanych maszynach instalowano napędy z silnikami o dużej mocy. Produkowane w kraju przewoźne stacje transformatorowe o mocy znamionowej 400 i 630 kVA, okazały się za małe na moce instalowanych maszyn urabiających w ścianach wydobywczych. Jako czasowe rozwiązanie sprawdzily się układy pracy równoległej przewoźnych stacji transformatorowych. Koniecznością stało się wprowadzenie do zasilania dużych kombajnów ścianowych napięcia 3,3 kV oraz 6 kV.

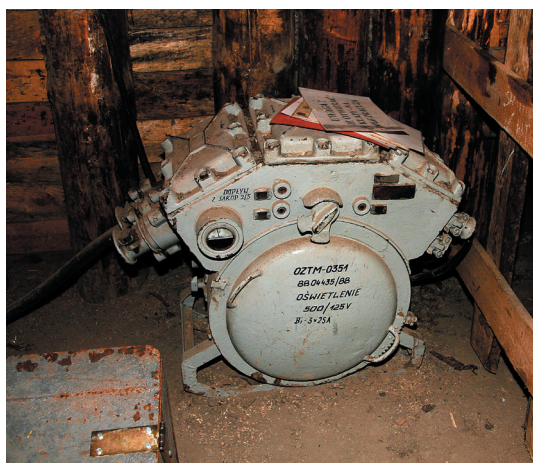
W 1992 roku, na targach górniczych Simex w Katowicach zaprezentowano kombajn ścianowy Anderson-Boyes na napięcie 3,3 kV. W górnictwie angielskim i niemieckim kombajny zasilane napięciem 3,3 kV były wtedy już stosowane. Kombajn wystawiany na targach Simeks, zakupiła i uruchomiła w tym samym roku kopalnia Ziemowit. Był to pierwszy w polskim górnictwie kombajn zasilany napięciem wyższym niż 1 kV. Doświadczenia z bezpieczną pracą tego kombajnu sprawiły, że zakupiono dodatkowo dwa kombajny Anderson-Boyes z silnikami na 3,3 kV, które uruchomiono w kopalni Czeczot i kopalni Staszyc.

Pozytywne doświadczenia z importowanymi kombajnami zasilanymi napięciem 3,3 kV, przyczyniły się do rozpoczęcia krajowych prac nad opracowaniem nowego kombajnu z silnikami o podwyższonym napięciu. W 1994 roku, w kopalni Ziemowit w Łędzinach uruchomiono krajowy kombajn KSE-1000 zasilany napięciem 6 kV. Kopalnia posiadała dobrze uławiczone grube pokłady węgla i nie występowało w niej zagrożenie metanowe.

Do zasilania energią elektryczną przodkowych maszyn górniczych stosowano po wojnie nadal wyłączniki manewrowe firmy Siemens produkowane przez Bromberger Industrierwerke AG w Bydgoszczy. Po wojnie od 1945 roku fabryka pod nazwą Bydgoskie Zakłady Przemysłowe Bydgoszczy kontynuowała produkcję aparatury elektrycznej dla rozwijającego się przemysłu węglowego.

W roku 1952 skonstruowano w zakładzie APATOR w Toruniu wyłącznik typu KWS-85 przeznaczonego do załączania maszyn górniczych. Wyłącznik miał obudowę spawaną, chroniącą aparaturę elektryczną przed pyłem i zawilgoceniem. W 1954 roku wykonano pierwszy kopalniany wyłącznik stycznikowy w obudowie ognioszczelnej typu KWSO-85 przeznaczony do zasilania maszyn górniczych o mocy do 40 kW i napięciu 500 V (Mitręga, 1967). W 1956 roku wykorzystując obudowę wyłącznika KWSO-85 opracowano kopalniany zespół wiertarkowy typu KZWO-3,5, przeznaczony dla zasilania dwóch wiertarek górniczych.

W 1963 roku zakład APATOR rozpoczął produkcję kopalnianego wyłącznika stycznikowego typu KWSOI-160 o obciążalności 160 A. Produkowany po modernizacji wyłącznik typu KWSOI-160-22 był wyposażony w zabezpieczenia przed skutkami zwarć za pomocą bezpieczników topikowych, termiczne zabezpieczenie przeciążeniowe oraz blokujące zabezpieczenie upływowowe. Masa wyłącznika KWSOI 160-22 wynosiła 220 kg. W roku 1976 wprowadzono do kopalń nową wersję ognioszczelnego wyłącznika stycznikowego typu KWSOI 160-24, który przystosowany był do współpracy z iskrobezpiecznymi obwodami sterowniczymi



Ryc. 3. Ognioszczelny wyłącznik typu KWSOI 160-24

Fig. 3. Fireproof switch of type KWSOI 160-24

(ryc. 3). Wyłączniki KWSOI były w kopalniach stosowane przez ponad dwadzieścia lat i przy ich udziale dokonał się największy rozwój elektryfikacji wydobywania w drugiej połowie XX wieku. Unowocześnioną odmianą ognioszczelnych wyłączników stycznikowych były łączniki manewrowe typu OW produkowane od 1974 roku na napięcie 500 i 1000 V (Gierlotka, 2016).

Z końcem lat dziewięćdziesiątych XX wieku w kopalniach zaczęto uruchamiać maszyny odstawcze z silnikami o dużej mocy. Dla złagodzenia wartości prądu rozruchowego przenośników taśmowych oraz zgrzeblowych zaczęto stosować wykonane specjalnie dla górnictwa rozruszniki tyrystorowe. Wyłącznik z rozrusznikiem tyrystorowym umożliwiał uruchomienie silnika przy obniżonym napięciu zasilania.

Wzrost wydobywania i oddalenie robót górniczych od szybu wymuszało poprawienie sprawności w przewozie dołowym. Produkcję pierwszych lokomotyw dołowych typu Ld rozpoczęła Chorzowska Wytwórnia Konstrukcji Stalowych KONSTAL w Chorzowie w 1951 roku. Wykonywane lokomotywy obejmowały trzy zasadnicze typy Ld-1, Ld-2, Ld-3 oraz lokomotywę akumulatorową typu Karlik (parametry lokomotyw dołowych: typ Ld 1 o masie 7 ton i mocy 34 kW dla torów o prześwicie poniżej 600 mm, typ Ld 2 o masie 10 ton i mocy 46 kW dla torów o prześwicie 600 mm oraz typ Ld 3 o masie 14 ton i mocy 83 kW dla torów o prześwicie powyżej 785 mm). W lokomotywach instalowano dwa silniki szeregowo prądu stałego o mocach 17 kW, 23 kW oraz 41,5 kW. W późniejszych latach, po modernizacji produkowano lokomotywy typu Ld-10, Ld-20, Ld-30 (Mitręga, 1967). Kolejna modernizacja lokomotyw przewodowych, na podstawie wieloletnich doświadczeń nastąpiła w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku. Uruchomiona została produkcja nowego szeregu lokomotyw typu Lep-7, Lep-10, Lep-14 i Lep-20 o masie odpowiednio 7, 10, 14 i 20 t oraz mocy zabudowanych silników 45, 62, i 90 kW.

3. Dołowe urządzenia wysokiego napięcia

Po wojnie, w roku 1949 rozpoczęto prace nad krajowymi rozdzielnicami o napięciu 6 kV dla rozwijającego się górnictwa. W 1950 roku opracowano pierwszą rozdzielnicę okapturzoną typu SOO-6 przystosowaną do instalacji w podziemiach kopalń. W polach tych zastosowano wyłącznik olejowy typu WOWR o prądzie znamionowym 400 A i mocy wyłączalnej 100 MVA. Wyłącznik typu WOWR bez oleju ważył 120 kg, a wymagana ilość oleju wynosiła 40 kg. W 1955 roku rozpoczęto produkcję pól rozdzielczych SWMG 6 z wyłącznikami małoolejowymi typu WMG 6/6/2, a od 1962 roku wytwarzano zmodernizowane pola rozdzielcze SWMG 11 (Mitręga, 1967).

W 1960 roku rozpoczęto produkcję pól rozdzielczych typu RSK-6 przeznaczonych do eksploatacji w podziemiach kopalń (ryc. 4). Rozdzielnicę dopuszczono do pracy w pomieszczeniach ze stopniem niebezpieczeństwa wybuchu metanu typu „a”. Pola wyposażono w specjalnie opracowany dla górnictwa wyłącznik małoolejowy typu WMPWZ 6 kV o prądzie znamionowym 400 A i mocy wyłączanej 150 MVA. Podczas załączania i wyłączania WMPWZ, w strefę kolumny łukowej wtłaczany był strumienia oleju z przestrzeni bieguna wyłącznika.

W 1965 roku uruchomiono w zakładzie ZWAR produkcję rozdzielnic typu RSW 10 z wyłącznikami małoolejowymi typu WMSWPI-10, o prądzie znamionowym 630A. Rozdzielnice te znalazły zastosowanie w nowobudowanych kopalniach w drugiej połowie XX wieku.



Ryc. 4. Dołowa rozdzielnia 6 kV z polami typu RSK 6

Fig. 4. Mining switching station 6 kV of type RSK 6

Pierwszą rozdzielnicę budowy przeciwybuchowej typu ROK-6 o napięciu znamionowym 6 kV opracowano w 1963 roku na potrzeby rozwijającego się Rybnickiego Okręgu Węglowego. Rozdzielnica ROK-6 z osłoną ognioszczelną była dopuszczona i przeznaczona do stosowania w kopalniach metanowych. Wyposażona była w wyłącznik małoolejowy typu WMPWZ-6. Rozdzielnicę ROK-6 zmodernizowano w 1972 roku wyposażając w zabezpieczenia ziemnozwarciowe typu ZSG-6 (Gierlotka, 2016).

Po wojnie produkcję transformatorów dla górnictwa rozpoczęła Mikołowska Fabryka Transformatorów MEFTA w Mikołowie. Z początkiem lat sześćdziesiątych MEFTA rozpoczęła produkcję przewoźnych stacji transformatorowych typu ITa w wykonaniu okapturzonym, które zostały dopuszczone do stosowania w pomieszczeniach ze stopniem niebezpieczeństwa wybuchu metanu typu „a”. Krajowe stacje transformatorowe dla górnictwa przechodziły wiele ewolucji konstrukcyjnych i ich wyposażenia aparatury. Od 1971 roku rozpoczęto produkcję stacji transformatorowej typu ITe, która została dodatkowo wyposażona w urządzenia kontroli stanu izolacji. Stacje transformatorowe ITe stały się podstawą w rozwoju elektryfikacji kopalń niemetalewowych w siedemdziesiątych i osiemdziesiątych latach ubiegłego wieku. Po dalszym unowocześnieniu, w 1977 roku powstały stacje transformatorowe typu ITf oraz ITp.

W 1958 roku dla kopalń metanowych opracowano pierwszą konstrukcję transformatora T3Sa 600/6 w wykonaniu ognioszczelnym. Transformator ten został w 1960 roku przeprojektowany i doposażony w aparaturę zabezpieczającą umieszczoną w dobudowanych komorach ognioszczelnych (Mitręga, 1967). Po rozbudowie powstała przewoźna stacja transformatorowa budowy ognioszczelnej typu IT3Sa 200/6. W 1964 roku uruchomiono produkcję przewoźnych ognioszczelnych stacji transformatorowej IT3Sb 315/6 (ryc. 5). Kolejne modernizacje przewoźnej stacji



Ryc. 5. Ognioszczelna stacja transformatorowa typu IT3Sb

Fig. 5. Fireproof transformer of type IT3Sb

transformatorowej stały się podstawą do zasilania maszyn górniczych w pomieszczeniach metanowych i przyczyniły się do mechanizacji wydobywania węgla w polach metanowych. Po 2000 roku dla podziemi kopalń wprowadzono wiele nowoczesnych ognioszczelnych stacji transformatorowych wykonywanych przez różne zachodnioeuropejskie firmy.

4. Krajowe wykonania maszyn wyciągowych

Okres powojenny charakteryzował się dużą aktywnością wydobywania węgla i zapotrzebowaniem na wydajne maszyny wyciągowe. Potrzeby w zakresie maszyn wyciągowych do roku 1954 zaspakajano z importu. Krajowe wykonania maszyn wyciągowych z napędem elektrycznym rozpoczęto w 1955 roku. Były one oparte o elektryczny układ Leonarda z silnikami prądu stałego lub z silnikiem asynchronicznym pierścieniowym. Produkcję silników elektrycznych do maszyn wyciągowych podjęła firma DOLMEL we Wrocławiu (Mitręga, 1967).

Budowane w latach sześćdziesiątych XX wieku krajowe maszyny wyciągowe były już w pełni zautomatyzowane. Dalszy rozwój nowoczesnych elektrycznych maszyn wyciągowych dokonał się po zastosowaniu elementów półprzewodnikowych – tyrystorów.

W Polsce pierwszą maszyną wyciągową z napędem tyrystorowym uruchomiono w 1971 roku w kopalni „Lenin” w Mysłowicach–Wesołej. Układ elektroniczny sterowania silnika maszyny wyciągowej oparty był o wykonania szwedzkiej firmy „ASEA”. W 1983 roku uruchomiono w KWK Czeczott pierwszą krajowej konstrukcji maszyną wyciągową napędzaną z układu tyrystorowego (Gierlotka, 2016).

Dalszy postęp w modernizacji napędu maszyn wyciągowych polegał na stosowaniu silników prądu zmiennego ze sterowaniem cyklokonwertorowym. W 1992 roku zastosowano napęd cyklokonwertorowy z silnikiem synchronicznym o mocy 900 kW na szybie „Giszowiec” w Kopalni „Wieczorek”. Równoległe z rozwojem napędu elektrycznego maszyn wyciągowych doskonalono pozostałe układy i urządzenia składające się na całość instalacji. W obecnie budowanych i modernizowanych maszynach wyciągowych wykorzystuje się technikę mikroprocesorową i najnowsze osiągnięcia informatyczne.

5. Podsumowanie

Elektryfikacja kopalń, w swej specyfice występujących zagrożeń, narzucała określone wymagania stosowanym urządzeniom elektrycznym. Dzięki rozwojowi elektrotechniki górniczej rozwijały się nowe specjalizacje naukowe. Dla potrzeb górnictwa podjęto prace badawcze z stosowania i konstrukcji urządzeń elektrycznych budowy przeciwybuchowej. Z wyników tych badań i doświadczeń korzystał przemysł chemiczny. Osobnym zagadnieniem był rozwój napędu elektrycznego. Stosowanie silników o bardzo dużych mocach w maszynach wyciągowych spowodowało nabycie doświadczeń konstrukcyjnych w budowie dużych maszyn elektrycznych. Rozwój

krajowej energoelektroniki następował przy budowie nowoczesnych zautomatyzowanych maszynach wyciągowych oraz automatyzacji procesu urabiania.

Współczesny rozwój elektrotechniki górniczej rozszerzył się na nowe dziedziny nauki jak elektronika, informatyka, automatyka, telekomunikacja, robotyka czy mechatronika. Jest to związane z rozwojem techniki półprzewodnikowej i urządzeń mikroprocesorowych.

Literatura

- BANSEN H., 1921. *Die Streckenförderung*. Verlag von Julius Springer. Berlin.
- FRITZSCHE C., 1961. *Lehrbuch der Bergbaukunde. Erste Band*. Springer-Verlag. Berlin/Heidelberg
- GIERLOTKA S., 2009. *Historia górnictwa – technika/mechanizacja/elektryfikacja*. Wyd. Nauk. Śląsk. Katowice.
- GIERLOTKA S., 2012. *Historia elektrotechniki*. Wyd. Nauk. Śląsk. Katowice.
- GIERLOTKA S., 2016. *Elektryfikacja górnictwa. Zarys historyczny*. Wyd. Nauk. Śląsk. Katowice.
- GLUZIŃSKI W., 1981. *Elektryfikacja podziemi kopalń*. Wyd. Śląsk. Katowice.
- KAWECKI Z., 1984. *Rozwój mechanizacji krajowego wydobycia węgla kamiennego w okresie 40-lecia PRL*. *Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa* 186, 11: 28–36.
- KULEJEWSKI S., 1939. *Elektryczność w górnictwie polskim*. *Przegląd Elektrotechniczny* 10: 290–297.
- MITRĘGA J., 1967. *Rozwój mechanizacji robot podziemnych w kopalniach węgla kamiennego w PRL*. Wyd. Śląsk. Katowice.
- OBRAŃPAŁSKI J., 1939. *Elektryczność w wielkim przemyśle Polskiego Zagłębia Węglowego*. *Przegląd Elektrotechniczny* 14: 406–411.
- PIĄTEK Z., 1997. *Rozwój oświetlenia osobistego w kopalniach metanowych*. *Przegląd Górniczy* 7–8: 56–62.

DEVELOPMENT OF ELECTRIFICATION IN THE COAL MINING INDUSTRY

*electrification of mining, history of mining,
history of electrical engineering*

Coal was mined manually initially from adits and later from shallow main shafts. When the coal mines expanded and mining excavations spread a few kilometers beyond adits hand transport turned out to be very burdensome and non-productive therefore horses, steam and finally electricity were used in coal transport. The study describes the history of the development of electrification of coal mines.