

LOKOMOTYWY PNEUMATYCZNE W PRZEWOZIE KOPALNIANYM

Stefan GIERLOTKA

Główna Komisja Muzealnictwa i Tradycji Górniczych SiTG

*transport górniczy, przewóz kopalniany,
lokomotywy pneumatyczne*

Pierwsze lokomotywy parowe powstały w początkach XIX wieku. W podziemnych wyrobiskach kopalń nie rozpowszechniły się one, z powodu wydzielania dużych ilości pary i dymu. Pierwsze próby z lokomotywami na sprężone powietrze podjęto przy drażeniu tuneli alpejskich. Produkcję seryjną lokomotyw pneumatycznych rozpoczęto w 1905 roku. W śląskich kopalniach pierwsze lokomotywy pneumatyczne zakupił koncern Goduli dla kopalni Morgenroth w Chebziu. Budowa kopalń w Rybnickim Okręgu Węglowym i eksploatacja pokładów metanowych wymusiła stosowanie w przewozie dołowym takich lokomotyw. W polskich kopalniach metanowych stosowano lokomotywy typu BVD produkcji czechosłowackiej oraz lokomotywy typu Troll firmy Jung.

1. Wstęp

Pierwsze próby z lokomotywami w kopalniach głębinowych przeprowadzono w Anglii w połowie XIX wieku. Były to parowozy z węglowym paleniskiem. Stosowanie takich lokomotyw nie dawało zadowalających rezultatów, gdyż duże ilości wydzielanej pary i dymu pokrywały szyny tłustą sadzą, co powodowało poślizg kół lokomotywy. Wydzielający się dym i para pogarszały wentylację wyrobisk i utrudniały pracę ludzi. Ponadto para wodna w wyrobiskach powodowała dużą wilgotność i butwienie obudowy drewnianej.

2. Lokomotywy parowe w kopalniach

W specyficznych warunkach wyrobisk podziemnych, po niepowodzeniach z małymi parowozami węglowymi, rozpoczęto konstruowanie ciepłych lokomotyw bezdymnych. Lokomotywa systemu Lamm–Francq posiadała kocioł z gorącą wodą, do którego wtłaczano parę pod bardzo wysokim ciśnieniem (Gierlotka, 2009). Napełnianie kotła parą trwało tak długo, aż woda osiągnęła stan przegrzania. Czas pracy lokomotywy zależał od temperatury kotła, dlatego kocioł, w celu spowolnienia

jego ochładzania, był izolowany pakunkiem. Eksploatacja lokomotyw wymagała dostępu do zewnętrznego źródła pary. Wydobywająca się para nadal powodowała wspomniane wyżej utrudnienia w wyrobiskach kopalń.

Elementem napędowym lokomotywy systemu Hönigmann'a był cylindryczny kocioł podzielony przegrodami na trzy części (Bansen, 1921). Środkowa część kotła była największa, napełniano ją potasem lub sodą kaustyczną. Dwie części boczne kotła napełniano wodą. Tworzyły one właściwy kocioł i były połączone ze sobą rurami mosiężnymi. Parę wprowadzano do środkowej części kotła, w której znajdowała się soda kaustyczna. Pod wpływem gorącej pary ług sodowy nagrzewał się i oddawał ciepło wodzie znajdującej się w bocznych komorach. Zasada działania polegała na pochłanianiu pary wodnej o temperaturze wyższej od 130°C przez potas lub sodę kaustyczną. Zachodząca reakcja powodowała zgęszczanie pary do czasu aż temperatura wrzenia ługu sodowego nie spadła poniżej temperatury granicznej. Lokomotywy Hönigmann'a, z uwagi na ich wysokie koszty eksploatacyjne nie rozpowszechniły się.

Wadą lokomotyw bezdymnych była zmieniająca się siła pociągowa, która malała podczas jazdy. Przewóz urobku zaprzęgiem konnym w wyrobiskach kopalni był nadal najtańszy.

3. Pierwsze lokomotywy pneumatyczne przy drążeniu tuneli alpejskich

W 1872 r. rozpoczęto w Szwajcarii drążenie tunelu pod Przełęczą Św. Gottharda. Tunel drążono z dwóch stron, od miejscowości Airolo i Göschenen. Nadzór nad budową sprawował szwajcarski inżynier Louis Favre, który w 1873 r. do transportu urobku i materiałów zastosował dwa dwuosiove parowozy (Tanel, 2010). Dym wydzielający się z parowozu utrudniał jednak pracę ludzi w drążonym tunelu. Dla poprawy wentylacji nie rozpalano ognia w palenisku parowozu, a kocioł zamiast wodą napełniano sprężonym powietrzem o ciśnieniu 4 at. Doczepiając dodatkowy wagon z blaszonym, nitowanym zbiornikiem na sprężone powietrze wydłużano zasięg pracy lokomotywy. Zmagazynowane sprężone powietrze w kotle lokomotywy i dołączonym zbiorniku wystarczyło na jazdę pociągu z 32 tonowym ładunkiem na odległość 1 km – do przodka wyrobiska i z powrotem.

W 1874 r. zamówiono we francuskiej firmie Schneider & Cie w Le Creusot pierwsze cztery lokomotywy pneumatyczne. Lokomotywy te od 1875 r. rozpoczęły pracę przy budowie tunelu St. Gotthard. Składały się one z wykonanego z blachy stalowej zbiornika o objętości 7,6 m³, napełnianego sprężonym powietrzem o ciśnieniu 25 at. Za pomocą regulatora powietrze ze zbiornika o ciśnieniu 4 at doprowadzano do zbiornika wyrównawczego, z którego podawane było do dwóch cylindrów o średnicy 200 mm i skoku tłoka 360 mm. Lokomotywa, o masie 6,5 tony i średnicy kół pędnych 760 mm, poruszała się po torze o szerokości 1000 mm. Ciągnęła ona pociąg o ładunku od 30 do 60 ton z prędkością 10 km/h. Sprawność tych lokomotyw wynosiła około 22%. Gdy postęp budowy tunelu był na tyle duży, iż sprężone powietrze nie wystarczało na jazdę tam i z powrotem, dołączano do

pociągu dodatkowy, wagonowy zbiornik sprężonego powietrza. Tunel Gottharda otwarto w 1881 roku.

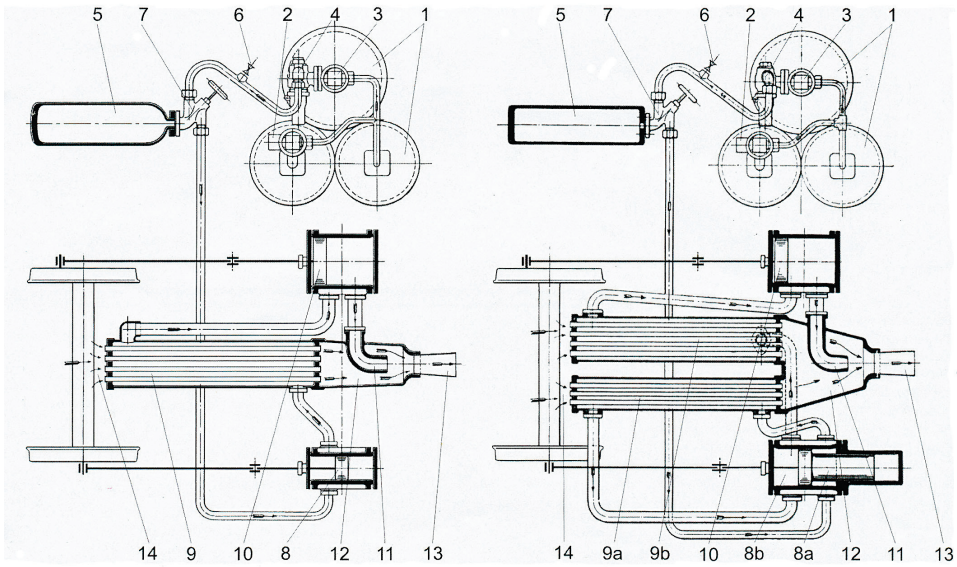
Przy drażeniu tunelu przez Simplon, w 1898 r. zastosowano lokomotywy pneumatyczne firmy Schweizerische Lokomotiv und Maschinen-Fabrik w Winterthur. Sprężone powietrze o ciśnieniu 80 at było gromadzone w rurowych zbiornikach o objętości 2 m³. Dwucylindrowa maszyna tłokowa ze stawidłem Joya, poprzez przekładnię zębatą, napędzała przedni zestaw kołowy. Przedni i tylny zestaw kołowy łączyły wiązary. Ciśnienie powietrza obniżone przez zawór do 15 at zasilalo maszynę tłokową. Rozprężone powietrze oziębiało się jednak i przy dłuższej pracy powodowało zamrażanie mechanizmów. W lokomotywie zabudowano dodatkowy zbiornik z przegrzaną parą o temperaturze 160 °C, ogrzewającą powietrze robocze przed wlotem do cylindrów maszyny tłokowej. Lokomotywa o wysokości 1,65 m na trasie do 4 km ciągnęła pociąg o masie 35 ton, z prędkością 7 km/h.

4. Lokomotywy pneumatyczne w głębinowych kopalniach węglowych

Pierwsze lokomotywy dla kopalń były dwuosiove i miały jeden zbiornik sprężonego powietrza, nitowany ze stalowych blach. Tłokowa sprężarka powietrza, napędzana maszyną parową, napełniała zbiorniki lokomotywy powietrzem suchym o ciśnieniu 50–100 at. Później zbiorniki wykonane z nitowanej blachy zastąpiono kilkoma połączonymi zbiornikami butlowymi, wykonanymi z ciągniętych rur bez szwu. Sprężone powietrze ze zbiorników przepływało do zbiornika ciśnienia roboczego przez zawór obniżający ciśnienie do 14 at. Z tego zbiornika, poprzez zawór sterowniczy, powietrze napełniało cylinder wysokiego ciśnienia. Częściowo rozprężone w tym cylindrze powietrze przepływało przez podgrzewacz do cylindra niskiego ciśnienia, gdzie następowało dalsze rozprężenie. Wylot powietrza z tego cylindra następował przez eżektor, zakończony dyszą umieszczoną w komorze podgrzewacza. W celu uniknięcia zamrożenia przewodów przy rozprężaniu się powietrza (oziębianie) stosowano podgrzewacze rurowe. Strumień powietrza wylatujący z cylindra niskiego ciśnienia wytwarzał ciąg zasysający powietrza atmosferycznego, a to oddawało ciepło rozprężonemu powietrzu między cylindrem wysokiego a niskiego ciśnienia.

W 1905 r. firma Berliner Maschinenbau AG Vormals L. Schwartzkopff (BMAG) rozpoczęła seryjną produkcję lokomotyw pneumatycznych dla kopalń zagrożonych metanem (Ross, 2005). Wykonywano lokomotywy dla torów o szerokości od 530 do 670 mm. Do 1945 roku firma zbudowała 472 lokomotywy. Produkowane lokomotywy, w wersjach z dwoma, trzema lub czterema zbiornikami sprężonego powietrza pracowały z podwójnym lub potrójnym rozprężaniem powietrza w cylindrach maszyny tłokowej.

Schemat lokomotywy BMAG przedstawiono na ryc. 1. Widoczne na nim zbiorniki (1) ze sprężonym powietrzem o ciśnieniu 180 at napełniano przez zawór napełniający (2) i zamykający (3). Powietrze ze zbiorników przepływało do zaworu (4), obniżającego ciśnienie do 14 at i napełniało zbiornik (5) zabudowany między

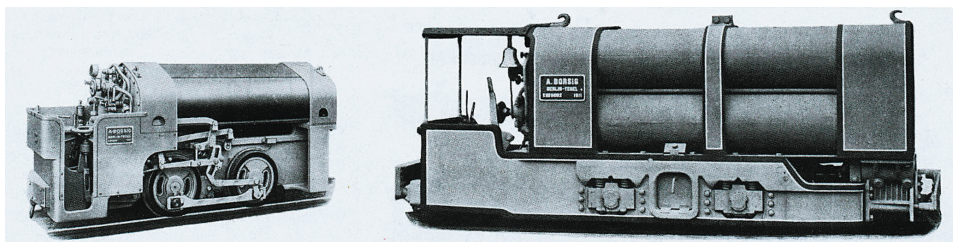


Ryc. 1. Schemat lokomotywy pneumatycznej BMAG z 1905 r. (Bansen, 1921), objaśnienia w tekście

Fig. 1. Outline of BMAG pneumatic mining locomotive from 1905 year (Bansen, 1921), details in text

podłużnicami na ramie lokomotywy. Na połączeniu był umieszczony zawór bezpieczeństwa (6). Ze zbiornika (5), poprzez zawór (7) regulowany przez maszynistę lokomotywy, powietrze wpływało do cylindra wysokiego ciśnienia (8). Częściowo rozprężone w tym cylindrze powietrze przepływało przez podgrzewacz (9) do cylindra niskiego ciśnienia (10), gdzie następowało dalsze rozprężanie. Wylot powietrza z cylindra następował przez eżektor (11), ukształtowany z rury łukowej o wylocie współosiowym umieszczonym w komorze (12) podgrzewacza powietrza, i zakończonej dyszą wylotową (13). Strumień powietrza wylatującego z cylindra niskiego ciśnienia wytwarzał ciąg zasysający powietrze atmosferyczne (14), które – przepływając przez rury podgrzewacza – oddawało ciepło częściowo rozprężonemu i oziębionemu powietrzu między cylindrem wysokiego a niskiego ciśnienia. W lokomotywie o potrójnym rozprężaniu zawór obniżający ciśnienie był ustawiony na 25 at, a powietrze początkowo rozprężało się w cylindrze wysokiego ciśnienia (8a), a następnie przepływało, przez pierwszy podgrzewacz powietrza (9a), do cylindra średniego ciśnienia (8b) i dalej, przez drugi podgrzewacz powietrza (9b), do cylindra niskiego ciśnienia (10).

Stosowany początkowo wiązarowy napęd zestawów kołowych lokomotywy zastąpiono łańcuchowym. Maszyna tłokowa napędzała korbowodami tylny zestaw kołowy, a napęd na przedni zestaw kołowy przenosił łańcuch systemu Galla z kołami łańcuchowymi, zabudowanymi na osiach zestawów kołowych.



Ryc. 2. Lokomotywa pneumatyczna firmy Borsig (1911 r.) dla tuneli w Szwajcarii (Bansen, 1921)

Fig. 2. Pneumatic Borsig locomotive (1911) for Swiss tunnels (Bansen, 1921)

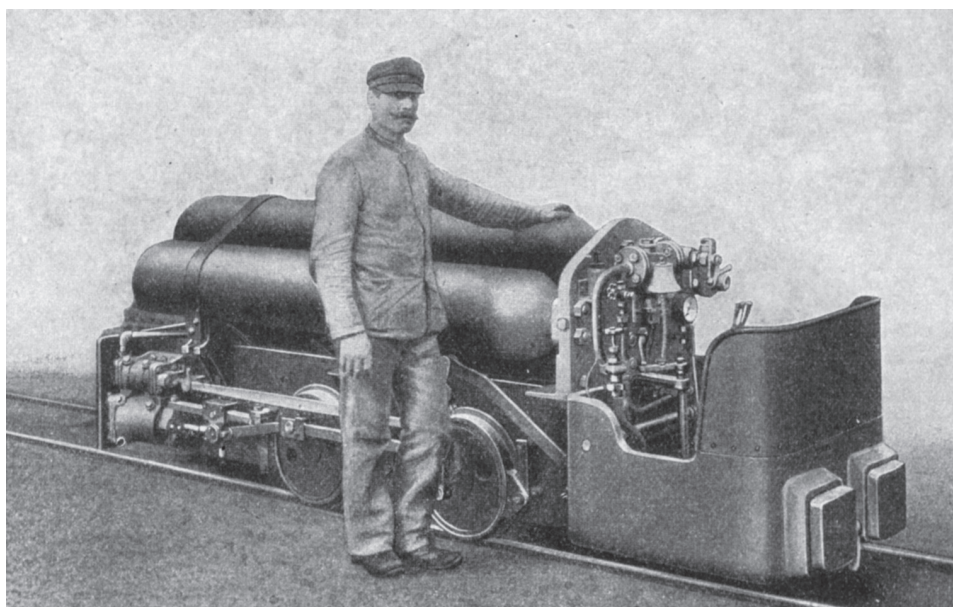
Produkująca parowozy berlińska firma A. Borsig rozpoczęła w 1910 r. dostawę pneumatycznych lokomotyw dla szwajcarskiego przedsiębiorstwa budowy tuneli alpejskich (ryc. 2) oraz dla kopalń węglowych.

W 1937 r. niemiecka firma Arnold Jung Lokomotivfabrik rozpoczęła produkcję lokomotyw pneumatycznych przeznaczonych dla kopalń metanowych. W 1942 r. dwie z wykonanych lokomotyw rozpoczęły pracę w kopalni Dębieńsko. Budowa kopalń w Rybnickim Okręgu Węglowym i eksploatacja pokładów metanowych wymusiła stosowanie w przewozie dołowym lokomotyw pneumatycznych. W latach 1956–1987 firma Jung dostarczyła do polskich kopalń 148 lokomotyw pneumatycznych (ryc. 3). Stosowano lokomotyw chodnikowe z silnikami pneumatycznymi o mocy od 40 do 70 KM oraz lżejsze lokomotywy przodkowe o mocy od 10 do 20 KM. Lokomotywy wykonywano dla torów o szerokości 750, 640, 620 i 550 mm. Na podwoziu lokomotywy znajdowało się kilka zbiorników w kształcie butli



Ryc. 3. Lokomotywa pneumatyczna firmy Jung

Fig. 3. Pneumatic Jung locomotive



Ryc. 4. Lokomotywa pneumatyczna firmy DEMAG dla niskich chodników (Fritzsche, 1961)

Fig. 4. Pneumatic DEMAG locomotive for low tunnels (Fritzsche, 1961)

o pojemności 1,5 do 2,5 m³ i ciśnieniu sprężonego powietrza 200 at. Lokomotywa o mocy 40 KM i sile pociągowej do 1000 kG poruszała się z prędkością do 14 km/h. Zużywała około 1 m³ powietrza na 1 tonokilometr.

Dla niskich chodników kopalnianych firma DEMAG Deutsche Maschinenfabrik AG z Duisburga wykonywała lokomotywy z napędem na tylni zestaw kołowy (ryc. 4). Układ zasilania stanowiły cztery zbiorniki sprężonego powietrza o pojemności 0,18 m³ i ciśnieniu 175 at. Maszyna tłokowa o podwójnym rozprężaniu, z cylindrami o średnicy 80 i 150 mm i skoku tłoka 120 mm, napędzała koła lokomotywy o średnicy 380 mm.

W polskich kopalniach metanowych stosowano lokomotywy typu BVD produkcji czechosłowackiej oraz lokomotywy typu Troll firmy Jung (Carbogno, 1974). Lokomotywa BVD-35, o masie 9 ton, pojemności butli 1,38 m³, z silnikiem o mocy 35 KM, rozwijała prędkość do 11 km/h. Najczęściej stosowana w polskich kopalniach lokomotywa BVD-40 (ryc. 5) posiadała silnik czterocylindrowy, który pobierał powietrze z sześciu butli. Średnica cylindrów wynosiła 80 mm, a skok tłoka 120 mm (Kubiczek, 1971). Silnik pobierał powietrze sprężone z butli przez zawór redukcyjny i zawór jazdy. Wał rozrządczy sterujący zaworami napędzany był z wału korbowego przez zespół kół zębatych. Lokomotywa wyposażona była w pneumatyczny hamulec manewrowy oraz mechaniczny hamulec bezpieczeństwa. Sprężone powietrze lokomotywy wykorzystywano również do syreny akustycznej i turbiny elektrycznych reflektorów.



Ryc. 5. Lokomotywa pneumatyczna BVD-40

Fig. 5. Pneumatic BVD-40 locomotive

5. Uwagi końcowe

Lokomotywy pneumatyczne są stosowane nadal w kopalniach o zagrożeniu metanowym. W ostatnich latach coraz częściej kopalnie ograniczają eksploatację tych lokomotyw, zastępując elektrycznymi lokomotywami akumulatorowymi w wykonaniu przeciwwychowym.

Literatura

- BANSEN H., 1921. Die Streckenförderung. Verlag von Julius Springer. Berlin.
- CARBOGNO A., 1974. Poradnik Górnika. Tom 3. Wyd. Śląsk. Katowice.
- FRITZSCHE C., 1961. Lehrbuch der Bergbaukunde. Erste Band. Springer-Verlag. Berlin – Heidelberg.
- GIERLOTKA S., 2009. Historia górnictwa – technika/mechanizacja/elektryfikacja. Wyd. Naukowe Śląsk. Katowice.
- KUBICZEK T., 1971. Maszyny i urządzenia mechaniczne w górnictwie. Wyd. Śląsk. Katowice.
- ROSS D., 2005. Lokomotywy. Encyklopedia. Wyd. Muza S.A. Warszawa.
- TANEL F., 2010. Historia kolei. Wyd. Carta Blanka PWN. Warszawa.

PNEUMATIC LOCOMOTIVES IN MINING

*mining transport,
pneumatic locomotives*

First steam locomotives were created at the beginning of 19th century. In the underground excavation zones of coal mines, however, steam locomotives did not become common due to the amount of steam and smoke they produced. First underground attempts with the use of locomotives powered by compressed air were undertaken whilst drilling tunnels in the Alps. Serial production of pneumatic locomotives was initiated in 1905. Among Silesian coal mines first pneumatic locomotives were bought by Godula concern for Morgenroth coal mine in Chebzie. Building of coal mines in Rybnik Coal Area and excavation of methane layers forced the use of pneumatic locomotives for underground haulage. The BVD type locomotives of Czechoslovak production as well as Toll type locomotives produced by Jung Company were used in the Polish coal beds with high methane risk. Pneumatic locomotives found largest use in coal mines endangered with methane.