

Z ZAGADNIEŃ GAZONOŚNOŚCI KARBONU W ZAGŁĘBIU GÓRNO-ŚLĄSKIM

GENEZA I OBJAWY GAZU KOPALNIANEGO

W południowej części Zagłębia Górno-śląskiego występują gazy, tak w warstwach węgla produkcyjnego, jak też w utworach wyżej ległych na złożu wtórnym. Celem wyciągnięcia geologicznych i praktycznych wniosków omówimy kolejno przyczynę powstania tych gazów, występowanie gazów w zagłębiu, zależność ich występowania od typów węgla i tektoniki, typy i podział złóż gazowych.

W obecnym numerze „Przeglądu“ podajemy część I zagadnienia.

GENEZA GAZU KOPALNIANEGO

Gazy kopalniane zawarte w górotworze węglonośnym w postaci metanu (CH_4) i dwutlenku węgla (CO_2) występują w warstwach karbońskich lub w pokładach węgla pod wysokim ciśnieniem w postaci chemicznie wolnej i częściowo przez węgiel zaadsorbowane. Gazy te wg niektórych autorów (Patteisky, 9) są niezależne od składu węgla. Węgla brunatne zawierają najczęściej tylko małe ilości gazu kopalnianego, gdy tymczasem wszystkie rodzaje węgla kamiennych mogą wydzielać bardzo silne gazy w zależności od budowy tektonicznej.

Przyczyny powstania olbrzymich ilości gazów palnych w karbonie produkcyjnym należy szukać, jak to wykazał doświadczalnie Bergius (1), w procesach uwęglania, które prowadzą do przekształcenia substancji organicznej poprzez stadium węgla brunatnego, kamiennego do antracytu i grafitu (Patteisky, 9). Powstający przy tym CO_2 zostaje częściowo zużyty do utworzenia węglanów, częściowo zaś uchodzi nawet w razie istnienia nadkładu szczelnego nad góro-

tworem węglonośnym, ponieważ w przeciwieństwie do metanu może skutkiem swej rozpuszczalności w wodzie wznosić się do góry razem z wilgocią skalną. Przez to zmienia się pierwotna proporcja pomiędzy oboma powstającymi gazami na korzyść metanu nierozpuszczalnego w wodzie; a zatem gazy uchodzące z górotworu węglonośnego składają się prawie z czystego metanu (CH_4) i zawierają jeszcze tylko ułamki setnych części CO_2 .

Skład chemiczny gazu kopalnianego uzyskany drogą wygotowania węgla z próbek rejonu ostrawsko-karwińskiego (Patteisky, 9) był następujący:

CH_4 — 73% (minimum 32,0%, maksimum 95,34%)
 CO_2 — 6,5% (minimum 1,25%, maksimum 13,5%)
 $\text{N}_2 + \text{O}_2$ — 20,5%.

Najlepszy obraz składu chemicznego gazu kopalnianego dały analizy pęcherzy gazowych. Analiza z szybu w Suchej wykazała:

CH_4 — 86,15%, CO_2 — 0,4%, O_2 — 1,15%, N_2 — 12,3%.

Druga analiza z kopalni Gabriela miała skład następujący:

CH_4 — 91,9%, CO_2 — 2,5%, O_2 — 2,4%, N_2 — reszta.

Gaz pochodzący z bloku węgla w szybiku w Choryne w Czechosłowacji (Petrascheck, 12) w analizie wykazał:

CH_4 — 85,1%, CO_2 — 0,3%, O_2 — 0,7%, N_2 — 13,9%.

Podobny skład chemiczny przedstawiają analizy gazów występujących w nadkładzie karbonu.

Analiza gazu w otw. Goczałkowice 2 (dawniej Wilhelm I) wykonana przez dr Kruga (Michael, 6) wykazała:

CH₄ — 60,3%, c. węglow. 0,8%, CO₂ — 0,2%, CO — 0,6%, N₂ — 38,1%, brak tlenu i wodoru.

Analizę gazu z otworu wiertniczego w Dębowcu (dawniej Baumgarten) podaje Michael (6) wg Herremanna:

CH₄ — 98,6%, c. węglow. 0,1%, O₂ — 0,1%, N₂ — 1,2%, brak CO₂, CO, H.

Natomiast Petrascheck podaje nieco odmienianą analizę gazu dla tego samego otworu:

CH₄ — 96,4%, CO — 2,2%, N₂ — 1,4%.

Dla gazu z otworu wiertn. Komorowice II (dawniej Alt Bielitz, Batzdorf) koło Bielska, tak Michael (6), jak i Petrascheck podają jednakowe wyniki 2 analiz:

CH₄ — 97%, H — 3%

CH₄ — 93%, H — 5%.

Największe ciśnienie gazu kopalnianego zmierzyl w r. 1926 inż. Mastalir na kopalni Larisch-Mönnich, które wynosiło 20 atmosfer. Największe ciśnienie gazu w węglu wynoszące 42,5 atmosfer stwierdzono w Belgii (Patteisky, 9). Przepływy w kopalniach największej gazowych rejonu karwińskiego (Gabriela, Sucha, Barbara) wynosił około 20 m³/min., w średniogazowych 4,2 — 8,2 m³/min.

Wielkie zasługi dla udowodnienia pochodzenia gazów z węgla w zależności od stopnia uwęglenia ma Bergius, który proces ten odtworzył w laboratorium. Bergius przeprowadził doświadczenie, nagrzewając torf i celulozę do 340°C w autoklawach pod ciśnieniem ponad 100 atmosfer w obecności wody, co dało produkt bardzo zbliżony do zwykłego tłustego węgla, z 84,8% C; proces ten odbywał się z wydzieleniem CO₂. Dalsze nagrzewanie tego produktu pod ciśnieniem do 5 000 kg/1 cm² spowodowało dalszy proces uwęglenia i dało masę podobną do antracytu z 87,2% C. Proces ten odbywał się z wydzieleniem gazów, o przewadze metanu (CH₄) w ilości 70—80%, składem chemicznym podobnym do gazów występujących w kopalniach.

Bergius zatem wykazał, że występowanie gazów ziemnych w karbonie produktywnym pozostaje w genetycznym związku z odgazowaniem węgla wskutek procesu uwęglenia, a wydzielenie się suchego gazu palnego, jakim jest metan (CH₄), wymaga spełnienia specjalnych warunków. Najważniejszym warunkiem jest osiągnięcie przez węgle odpowiedniego stopnia uwęglenia, które wymaga, jak wykazało doświadczenie, bardzo wysokiego ciśnienia.

Stopień uwęglenia substancji roślinnej polega na stopniowym wzbogaceniu w pierwiastek węgla (C), a utracie części lotnych, zwłaszcza wodoru i tlenu. Charakterystykę stadiów uwęglenia podają analizy chemiczne i techniczne. Analiza chemiczna podaje zawartości procentowe pierwiastków C, H, O, N, S, popiół i wilgoć w danej substancji roślinnej. Analiza techniczna wydziela w węglu wilgoć, popiół, koks i części lotne w procentach, co daje podstawę do podziału technicznego węgla, czyli klasyfikacji węgla kamiennych wg stopnia uwęglenia. Praktycznie

przynależność do danej grupy węgla wg podziału technicznego jest określana procentową zawartością części lotnych w węglu.

Analiza chemiczna głównych stadiów uwęglenia

Substancja*	C	H	O	N
Drzewo	50	6	48	1
Torf	58	5,5	34,5	2
Węgiel brunatny	70	5	24	1,8
Węgiel kamienny	82	5	12	0,8
Antracyt	94	3	3	śląd
Grafit	100	+	—	—

* Substancja już wolna od wilgoci i popiołu.

Proces tworzenia się węgla odbywa się w dwu fazach: 1) biochemicznej, 2) geochemicznej.

Faza biochemiczna sprzyja okresowi otorfienia. W fazie geochemicznej natomiast trwa okres właściwego uwęglenia, które rozwija się w dwu etapach: 1) diagenety, 2) metamorfizmu. Na etapie diagenety tworzy się z torfu węgiel brunatny w procesie redukcji tlenu. Na etapie zaś metamorfizmu, gdzie główną rolę odgrywa ciśnienie i temperatura, tworzą się różne typy węgla kamiennego. Metamorfizm, w zależności od jakości ciśnienia, może być kontaktowy, statyczny lub dynamiczny. Metamorfizm statyczny najbardziej się uwidacza w Zagłębiu Westfalskim (prawo Van't Hilita). Według prawa Van't Hilita proces uwęglenia rośnie ze wzrostem temperatury i ciśnienia oraz głębokości.

Głównym czynnikiem wywołującym uwęglenie w Zagłębiu Górno-śląskim jest ciśnienie dynamiczne, w mniejszym stopniu statyczne, a ponadto temperatura. Przejaw prawa Van't Hilita na omawianym terenie nie jest wyraźny, ponieważ oddziaływanie potężnych sił nacisku bocznych, powodujących tworzenie się fałdów i nasunięć dominuje nad udziałem ciśnienia warstw nadległych w przebiegu uwęglenia.

W pierwszych stadiach uwęglenia od torfu aż do węgla kamiennych, jak wykazuje wyżej podana analiza chemiczna, przede wszystkim ubywa tlen (proces redukcji) z wydzieleniem się dużych ilości CO₂, gdy tymczasem zawartość wodoru zmniejsza się w minimalnym stopniu. Dopiero w grupie węgla kamiennych, przy przejściu od węgla gazowych do węgla tłustych, co potwierdza również doświadczenie Bergiusa, następuje gwałtowne wyzwolenie wodoru (H) w postaci lotnego metanu CH₄. Jest to tzw. „skok uwęglenia“ (Inkohlungssprung), który zachodzi ściśle w określonych warunkach i doprowadza do powstania węgla koksujących i chudych przy jednoczesnym ich odgazowaniu (wydzielenie się CH₄), (Bocheński, 2):

węgle gazowe — 26 — 35% cz. lotnych;

skok uwęglenia;

węgle tłuste (koksujące) — 18—26% cz. lotnych.

Stach i Lehmann (5) doszli do wniosku, że z jednej strony węgle gazowopłomienne i gazowe, a z drugiej węgle tłuste i chude, należą do dwóch odrębnych grup; pomiędzy tymi grupa-

mi istnieje jakaś granica (Inkohlungssprung), która wyraźnie zaznacza się w składnikach węgla matowego, a które są źródłem materii bitumicznej tych węgli.

Gaz zatem suchy, palny (CH) genetycznie się wiąże z odgazowaniem węgla wskutek „skoku uwęglenia“, który według jednych autorów zależy tylko od ciśnienia, według innych od ciśnienia i od składu pierwotnego węgla.

Uwęglenie w niecce centralnej Górno-śląskiego Zagłębia Węglowego osiągnęło tylko stopień „węgli gazowych“ (30% cz. lotnych), nie stwierdzono tam również objawów gazowych.

Badania węgla z otworów wiertniczych przy nasunięciu karpackim i na zachód od nasunięcia orłowskiego wykazały wyższy stopień uwęglenia (węgle tłuste i chude) oraz silne objawy gazowe, związane z ruchami górotwórczymi, wyrażonymi w tektonice fałdowej orogenezy hercyńskiej i alpejskiej.

Stawiana zatem przez geologię teza, że ruchy fałdowe, a więc tektonika jest przyczyną różnych gatunków węgla według stopnia uwęglenia i gazów kopalnianych, znalazła potwierdzenie tak w laboratorium Bergiusa, jak i w przyrodzie.

Pierwsze i najskuteczniejsze uwęglenie przypada na czas pierwszego fałdowania pokładów węglowych, które nastąpiło wnet po ich osadzeniu się w fazie asturyjskiej. Jednak serie węglonośne, wypełnione gazem kopalnianym, pozostawały przeważnie podczas dłuższego okresu bez przykrycia, skutkiem czego CH₄ i CO₂ uszły z nich, a przy tym wiele siodeł zostało zerodowanych, co przyspieszyło ulatnianie się gazów. Był to okres I uwęglenia w orogenezie hercyńskiej.

Przyczyny jednak obecnej gazonośności karbonu należy szukać przeważnie w młodszych ruchach górotwórczych, pod których wpływem wznowiony został II proces uwęglenia. Po nim jeszcze nastąpił okres za krótki do całkowitego odgazowania, uszczelniający zaś nadkład łów miocenijskich w większości wypadków uniemożliwił ulatnianie się gazów.

Wybuchy kopalniane połączone z silną gazonośnością występują przeważnie w tych okręgach kopalnianych, które sąsiadują z młodymi pasmami górskimi Alpidów albo same uległy po fałdowaniu alpejskiemu. Odnosi się to w pierwszej linii do południowej części Górno-śląskiego Zagłębia Węglowego, w której znajdujemy wpływ karpackich procesów górotwórczych, gdzie można zauważyć silny wpływ gazów w szybach i otworach wiertniczych, położonych blisko brzegu lub pod nasunięciem karpackim.

Geologiczne warunki złóż węglowych powodują więc odgazowanie węgla, tj. przetworzenie węgla płomiennego w węgle tłuste, chude, a nawet w antracyt, czyli stopniowe zmniejszenie w węglu lotnych składników, a gazy uwalniane w ten sposób zachowują się albo w samym węglu, albo ulatniają się w skały otaczające, jeżeli są one szczelinowate lub odpowiednio porowate.

W węglach o słabym stopniu uwęglenia proces uwęglenia wyrażał się w wytworzeniu przeważnie H₂O i CO₂, stąd w kopalniach węgla brunatnego spotykamy gaz węglowy (CO₂), lecz nie metan (CH₄). Dopiero w węglach kamiennych i to po „skoku uwęglenia“ proces uwęglenia wyraził się w wytworzeniu gazu CH₄, który w kopalniach węgla kamiennego zazwyczaj nazywany jest gazem kopalnianym, wybuchowym (Schlagwetter, grisou).

Gazy wybuchowe, zależnie od tektoniki danego rejonu, znajdują się na złożu pierwotnym zamknięte w porach węgla, jak również zaadsorbowane przez węgiel. Na złożu wtórnym występują pod ciśnieniem w piaskowcach, posiadających dużą porowatość, w zlepieńcach i szczelinach górotworu węglonośnego oraz w piaszczysto-żwirowych warstwach podstawowych lub soczewkach nadkładu. Ze względu na sposób lokalizacji gazy dzielą się na pokładowe, które tworzą rozległe horyzonty gazowe, zamknięte przez wody okalające, oraz szczelinowe, jeśli wypełniają szczeliny dyslokacyjne zazwyczaj ściśnięte w porach brekcji tektonicznej.

Ponieważ CO₂ z powodu swej rozpuszczalności w wilgoci skalnej ma możliwość stopniowego usuwania się, występuje w większych ilościach tylko tam, gdzie jego ogniska zostają uzupełniane, przez stały dopływ z głębi. Nadzwyczajnie duża zawartość CO₂ w górotworze węglonośnym o wysokim stopniu uwęglenia może być tylko wytłumaczona sąsiedztwem kanałów dostarczających juwenilnego CO₂, pozostających w związku z młodymi objawami wulkanicznymi.

Uwalnianie gazów w odbudowie górniczej na kopalni następuje skutkiem zbliżenia się z robotami górniczymi do złóż gazowych przez wolny wpływ do przestrzeni kopalnianych, przez gwałtowne wybuchy metanu i CO₂ związane z zawałaniem się mas węglowych jak również przez soczewki przecięte systemem szpar i szczelin. Główna masa gazu uchodzi z wolna. Występowanie pęcherzy gazowych ogranicza się raczej do kopalń z gazami wybuchowymi, przy czym gwałtowne wybuchy zachodzą zarówno przy gazie kopalnianym (CH₄), jak też i przy CO₂. Gaz, który jest przyczyną wybuchów kopalnianych, skupia się pod wysokim ciśnieniem w próżniach tkanek komórkowych; kanały komórkowe są kompletnie zatamowane. Węgla, zawierające wyższy procent wilgoci, mają system włoskowaty otwarty i kopalnie takie nie są gazowo-wybuchowe. Węgla zaś o niskim procesie wilgoci są zwykle gazowo niebezpieczne.

WYSTĘPOWANIE GAZÓW W ZAGŁĘBIU

Największe objawy gazu palnego zarówno w karbonie, jak i w nadkładzie, stwierdzono w zachodniej, południowo-zachodniej i południowej części Zagłębia Górno-śląskiego.

Występują one w karbonie w kopalniach rejonu ostrawsko-karwińskiego, Gorzyc, Markłowic, Rybnika, Silesii i Brzeszcz oraz w otworach

wiertniczych rejonu Frydka, Gołkowic, Marklowic, Drogomyśla i Czechowic.

Gazy w nadkładzie karbonu występują w spągowych utworach nasunięcia fliszu karpackiego i w osadach miocenkich wzdłuż brzegu fliszu karpackiego, począwszy od Przedbórze i Cieladnej aż po Bulowice.

Objawy gazowe w karbonie stwierdzono w kopalniach i otworach wiertniczych tak w okręgu ostrawsko-karwińskim, jak i w polskim zagłębiu węglowym.

Największe objawy gazu kopalnianego stwierdzono w kopalniach rejonu ostrawsko-karwińskiego. Tabela gazonośności K. Patteisky'ego (11) podaje zestawienie szybów rejonu ostrawsko-karwińskiego z wydajnością gazów palnych (CH_4) w m^3 na 1 tonę wydobywania węgla. Na podstawie danych w tej tabeli możemy wydzielić 5 grup szybów pod względem gazonośności.

I grupa (100 m^3 gazu na 1 t. wydobywania węgla)

Rejon karwiński
Szyb Barbara
„ Gabriela
„ Sucha
„ Franciszek

II grupa ($30 - 70 \text{ m}^3$ na 1 t.)

Rejon karwiński
Szyb Franciszka
„ Głęboki
„ Hohenegger
„ Nowy
Rejon ostrawski
Szyb Anzelm
„ Franciszek
„ Hubert
Polska
Szyb Silesia

III grupa ($20-50 \text{ m}^3$ na 1 t.)

Rejon karwiński
Szyb Henryk
„ Jan
„ Główny
„ Bettina
„ Zofia

IV grupa ($16-37 \text{ m}^3$ na 1 t.)

Rejon petrwaldzki
Szyb Ludwik
„ Pokrok
„ Jadwiga
„ Wacław
„ Eugeniusz
Rejon ostrawski
Szyb Oskar
„ Jerzy
„ Louis
„ Aleksander

V grupa (bardzo słabe gazy, poniżej 20 m^3 na 1 t.)

Rejon ostrawski.
Szyb Emma
„ Henryk

Szyb Hermenegilda

„ Ignacy
„ Michael
„ Michał
„ Salomon
„ Salm
„ Trójca
„ Teresa
„ Jan — Maria

Powyższe objawy gazowe pochodzą z warstw brzeźnych, siodłowych i łękowych. Przy tym występują nawet w strukturach synklijalnych, lecz na zboczach garbów erozyjnych (górze pogrzebanych), przecinających pokłady węgla (inwersja obrazu).

Na obszarze Polskiego Zagłębia Węglowego gazonośnością kopalń zajmował się R. Wawersik (13) z kopalni Ema koło Rybnika, który zestawiał dane cyfrowe odnośnie do powyższego zagadnienia.

Wawersik podaje, że Urząd Górniczy we Wrocławiu ogłosił z 82 zakładów kopalnianych 12 jako kopalnie gazonośne (z wybuchami gazu) w całym zasięgu, 7 zaś kopalń tylko częściowo wydających gaz (CH_4) w pojedynczych przypadkach.

Z tych 12 kopalń gazowych 3 przypada na okręg rybnicki, 1 na Zabrze, 4 na rejon myśłowicki, 1 na nieckę Dąbrowy Górniczej i 3 na centralną nieckę (Brzeszcze, Silesia, Dębieńsko). Kopalnie zaś częściowo gazonośne, z pewnymi oddziałami gazowymi, występują na głównym siodle poprzecznym (Zabrze — Chorzów — Staliność).

Biorąc pod uwagę warstwy geologiczne, w jakich nagromadzone są gazy, rozkład występowania gazów kopalnianych jest następujący na ogółem 12 kopalń:

warstwy brzeźne (górze ostrawskie, poniżej pokładu Andrzej) — 2 kopalnie niecki rybnickiej (jejkowickiej);

warstwy brzeźne (górze ostrawskie najmłodsze, pokład Andrzej) — są wszędzie gazowe (1 kopalnia Zabrze);

warstwy siodłowe grn. (pokład Einsiedel do Schuckmann) — 4 kopalnie w strefie siodłowej Myśłowic, 1 kopalnia w niecce wschodniej Dąbrowy Górniczej;

warstwy rudzkie dln. — 1 kopalnia w niecce chwałowickiej;

warstwy orzeskie — 1 kopalnia Dębieńsko, 1 kopalnia Brzeszcze, 1 kopalnia Silesia.

Ilościowo wypływ gazu palnego (CH_4) na 1 tonę wydobywania węgla przedstawia się następująco w ważniejszych kopalniach gazowych: kopalnia Chwałowicka $4,2-8,9 \text{ m}^3$ (0,10—0,28% w pow. szybie); kopalnia Myśłowicka $1,2-3,9 \text{ m}^3$ (0,10—0,24%); kopalnia Dębieńsko $0,58-3,68 \text{ m}^3$ (0,18%); kopalnia Brzeszcze $2,85-3,81 \text{ m}^3$ (0,34%); kopalnia Silesia $18-25 \text{ m}^3$ (0,85%).

Dla porównania, rejon Zagłębia Ruhry wydaje $30-100 \text{ m}^3/1$ tonę. Wnioski ze studiów nad gazami kopalnianymi są następujące:

1. Najwięcej gazów jest w pobliżu strefy zaburzenia (Dębieńsko, Chwałowice, Silesia).
2. Gaz kopalny pochodzi zarówno z węgla, jak i ze skał otaczających. W węglu jest gaz pierwotny, w skałach otaczających wtórny (Ferstmann).
3. Stałe zagazowanie, dające się zmierzyć, występuje w kopalni Chwałowickiej i Silesii.

Występuje zarówno w miejscach odbudowy górniczej, jak i podczas robót przygotowawczych.

Oprócz gazów w kopalniach znane są objawy gazowe w wychodniach karbonu na powierzchni ziemi oraz nawiercone w skali przemysłowej w otworach wiertniczych.

LITERATURA

1. Bergius — Die Anwendung hoher Drücke bei chemischen Vorgängen und eine Nachbildung des Entstehungsprozesses der Steinkohle. Knapp, Halle 1913.
2. Bocheński T. — Wpływ nasunięcia karpaccykiego na jakość węgla Górno-śląskiego Zagłębia Węglowego. P.I.G. Biul. nr 3, Warszawa 1950.
3. Ebert Th. — Die Stratigraphischen Ergebnisse der neueren Tiefbohrungen im Oberschlesischen Steinkohlengebirge, mit Atlas, „Abh. preuss, geol. L.A.“ Heft 19, Berlin 1895.
4. Hilt C. — Die Beziehungen zwischen der Zusammensetzung und den technischen Eigenschaften der Steinkohlen. „Ztf. des Ver. Deutsch Ing.“ 1873, Bd 17.
5. Lehmann K. u. Stach E. — Die praktische Bedeutung der Ruhrkohlenpetrographie. „Glückl auf“ 1930, nr 9.
6. Michael R. — Über den Gasausbruch im Tiefbohrloch Baumgarten bei Teschen. „Zt. d. g. Ges, Mberichte“ 1908, nr 11.
7. Michael R. — Die Entwicklung der Steinkohlenformation im Westgalizischen Weichselgebiet des Oberschl. Steinkohlenbez. „Jahrb. d. Preuss, geol. L. A.“ B. 33, Berlin 1912.
8. Michael R. — Die Geologie d. obersch. Steinkohlenbezirkes. „Abh. Preuss, Geol. L. A. N. F.“ H. 71, Berlin 1913.
9. Patteisky K. — Die Geologie der im Kohlengebirge auftretenden Gase (Schlesisch — Ostrau). „Glückauf“ 1926.
10. Patteisky K. — Über Schichtenfolge und den Bau des Kulmes im östlichen Teile des Gesenkes. „Lotos“ Bd. 76, H. 1—3, Prag 1928.
11. Patteisky K., Folprecht J. — Die Geologie des Ostrau-Karwiner Steinkohlenreviers. Mährisch-Ostrau 1928.
12. Petraschek W. — Das Vorkommen v. Erdgasen in der Umgebung des Ostrau — Karwiner Steinkohlenreviers. „Verh. d. g. R. A.“ nr 14, Wien 1908.
13. Wawersik R. — Die Schlagwetterverhältnisse im Steinkohlenbezirk Oberschlesiens mit Ausnahme des Gebietes von Ostrau — Karwin. „Glückauf“ 1942, nr 9.