

Warszawa, 23 sierpnia 2016 r.

Prof. dr hab. Tadeusz Peryt
Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy
Rakowiecka 4
00-975 Warszawa
e-mail: tadeusz.peryt@pgi.gov.pl

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr. Elżbiety Bilkiewicz pt. *Geneza gazu ziemnego w utworach dolomitu głównego w wybranych obszarach polskiego basenu permńskiego: badania izotopów trwałych i pirolizy wodnej*

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr. Elżbiety Bilkiewicz pt. *Geneza gazu ziemnego w utworach dolomitu głównego w wybranych obszarach polskiego basenu permńskiego: badania izotopów trwałych i pirolizy wodnej*, wykonanej na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH pod kierunkiem prof. dr. hab. inż. Macieja J. Kotarby, została opracowana na zlecenie prof. dr. hab. inż. Adama Piestrzyńskiego, Dziekana Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, zgodnie ze stosowną uchwałą Rady Naukowej tego wydziału (z dnia 4 lipca 2016 r.) [pismo WGGIOŚ/256/2016 z dnia 11.07.2016 r.].

Zawartość pracy

Na rozprawę przygotowaną w języku angielskim (*Origin of natural gas in the Zechstein Main Dolomite strata in selected areas of the Polish Permian Basin: stable isotope and hydrous pyrolysis studies*) składają się: polskie streszczenie (3 strony), spis treści, tabele i rysunków (5 stron), abstrakt (2 strony), 51 stron tekstu właściwego, 11 stron spisu literatury, 10 tabel, 17 rysunków i 1 appendyks (wyniki analizy RockEval).

Rozdziały wstępne (1-4), prezentujące zarys geologii i badane złoża, a także uwagi o genezie gazu na podstawie składu molekularnego i izotopowego, zajmują 18 stron tekstu, 2 tabele i 2 figury. Rozdział 5. omawia metody badań (5 stron), a rozdział 6. krótko (pół strony) przedstawia ogólną charakterystykę skały macierzystej. Rozdział 7. (4 strony tekstu, 8 tabel i 15 rysunków) podaje wyniki badań analitycznych, rozdział 8. przedstawia dyskusję wyników (15 stron), a rozdział 9. (2 strony) – wnioski.

Zasadniczym celem rozprawy doktorskiej jest wyjaśnienie genezy gazu ziemnego akumulowanego w utworach dolomitu głównego, występującego zarówno w samodzielnych, jak i ropno-gazowych złożach występujących w południowo-zachodniej części polskiego basenu permńskiego. Podstawą materialną było jedenaście próbek gazu ziemnego ze złóż oraz cztery próbki gazu wygenerowanego w trakcie eksperymentów pirolizy wodnej. Pochodzenie

gazu ziemnego określono przy wykorzystaniu szeregu analitycznych i doświadczalnych badań z zakresu geochemii naftowej, obejmujących analizę składu cząsteczkowego i składu trwałych izotopów węgla i azotu w gazie ziemnym, analiz składu cząsteczkowego i trwałych izotopów węgla w gazie wygenerowanym w czasie eksperymentów pirolizy wodnej. Dla scharakteryzowania typu i stopnia przeobrażenia macierzystej materii organicznej wykorzystano wyniki analizy pirolitycznej Rock-Eval, analiz składu izotopowego węgla i elementarnego kerogenu wyseparowanego oraz pomiarów refleksyjności rozproszonej materii organicznej w próbkach skał.

W wyniku badań doktorantka wykazała obecność dwóch niezależnych grup genetycznych gazów węglowodorowych. Pierwsza z nich to gazy węglowodorowe związane z rozproszoną materią organiczną, które powstały w wyniku procesów mikrobialnych i termogenicznych lub też wyłącznie w wyniku procesów termogenicznych. Ten drugi przypadek wskazuje na nie uformowanie pułapek na etapie diagenetycznego generowania gazu ziemnego, natomiast występowanie składowej mikrobialnej w reszcie badanych złóż świadczy o kumulatywnym charakterze akumulowania gazów w utworach dolomitu głównego: początkowo pułapki były wypełniane gazem mikrobialnym, a następnie przymigrował gaz termogeniczny, powstały głównie z kerogenu II typu. W dwóch złożach stwierdzono gaz, które nie jest genetycznie związane z rozproszoną materią organiczną w utworach dolomitu głównego, ale powstał z wysoko przeobrażonego kerogenu III typu występującego najprawdopodobniej w utworach pensylwanu i migrował do pułapek w utworach dolomitu głównego, co już postulowali np. Pletsch i in (2010).

W gazie ziemnym doktorantka stwierdziła dwie grupy genetyczne dwutlenku węgla. Pierwsza grupa obejmuje CO₂ wygenerowany z utworów dolomitu głównego w wyniku termogenicznej dekarboksylacji kerogenu albo w wyniku procesów mikrobialnej lub termochemicznej redukcji siarczanów. Druga grupa genetyczna to gaz niezwiązany genetycznie z utworami dolomitu głównego i wygenerowany w wyniku termicznej dekompozycji węglanów, prawdopodobnie wapienia cechsztyńskiego lub starszych utworów węglanowych. Azot cząsteczkowy w gazie ziemnym to głównie wynik termicznego rozkładu materii organicznej.

Jak wynika z tego krótkiego omówienia, doktorantka w pełni wywiązała się z postawionych sobie celów, a jej ustalenia są nader znaczącym przyczynkiem do geologii złóż węglowodorów występujących w polskim basenie permskim.

Ocena pracy

Praca jest napisana zwięźle (jedynym wyjątkiem są podrozdziały 2.1-2.10, których zawartość powinna być ujęta w formie tabeli), ale w sposób nie pozostawiający u czytelnika odczucia niedosytu. Kompozycja pracy jest prawidłowa z jednym wszakże wyjątkiem: rozdział

6. – o objętości pół strony – powinien być przeniesiony na koniec rozdziału 2. Na podkreślenie zasługuje znikoma liczba błędów literowych czy interpunkcyjnych – w całej pracy jest ich tylko kilka. Stosunkowo niewielka jest także liczba niejasności stylistycznych. To wszystko sprawia, że pod względem technicznym praca jest przygotowana bardzo dobrze, chociaż mankamentem rozprawy jest brak wyodrębnienia rysunków, a zwłaszcza tabel, w osobne części; są one wplecione w tekst, ale strony z nimi nie są numerowane i to w znacznym stopniu utrudnia lekturę rozprawy.

Również pod względem merytorycznym moja ocena rozprawy mgr Elżbiety Bilkiewicz jest wysoka. Doktorantka postawiła sobie za zadanie rozwiązanie istotnego problemu naukowego i z zadania tego wywiązała się w sposób doskonały. Rozprawa dokumentuje wybitne zdolności kandydatki do umiejętnego planowania skomplikowanych logistycznie badań i oraz bardzo dobry warsztat badań interdyscyplinarnych. Efektem rozprawy są bardzo dobrze udokumentowane wnioski, a w przypadkach, kiedy brak jest podstaw do jednoznacznych stwierdzeń, doktorantka przedstawia warianty interpretacji. To wszystko skłania mnie do złożenia wniosku o wyróżnienie rozprawy, która moim zdaniem *in extenso* (choć w częściach) kwalifikuje się do publikacji w dobrych pismach z listy JCR.

Jak wspomniano, rozprawa jest bardzo dobrze zredagowana, choć stwierdzono w niej różnego rodzaju drobne niezręczności i błędy, które zaznaczyłem w tekście rozprawy; najmniej istotne z nich – typu czterokrotne pojawienie się „from” w jednej linijce tekstu (s. 51 linia 10) – pomijam w dalszej części recenzji.

W całej pracy należało jednolicie stosować terminologię litostratygraficzną przedstawioną na rys. 1; dla przykładu: Upper Anhydrite (a nie Upper PZ1 (Werra) Anhydrite), Basal Anhydrite [a nie Basal PZ2 (Stassfurt) Anhydrite] (s. 17, 52). W całej pracy zamiast „evaporates” powinno być „evaporites” (choć edytor tekstów zmienia na tę pierwszą formę).

W przypadku złóż ropy naftowej Połęcko (s. 18) i Retno (s. 19) doktorantka stwierdza, że „most recently measured [pressure]” miało miejsce, odpowiednio, w kwietniu 2009 r. i październiku 2009 r.; słowo „recently” nie jest zatem adekwatne.

Na s. 34 doktorantka podaje, że pobrano 151 próbek skał, ale nie podaje w tym miejscu liczby otworów wiertniczych, tylko je wylicza. Z kolei na stronie 41 powtórzona jest informacja o liczbie próbek i podsumowana jest liczba otworów. Brak jest liczby pobranych próbek gazu w podrozdziale 4.3, a w podrozdziale 7.2 – informacji, skąd pochodziły badane próbki.

Przy podawaniu zakresu zmienności wystarczy podawać jedno zero, a nie – jak na s. 43 – dwa (linia 3) alb nawet trzy zera (linia 2).

Sposób powołania na s. 57, l. 4 sugeruje, że Machel (2001) badał gaz z otworu Buk-15.

W podpisie Fig. 3 widnieje, że objaśnienia kodów próbek są podane w tablicy 4, ale brak tam objaśnień Zb-2 i K-2 (znajdują się one w tablicy 1).

W pierwszym zdaniu na s. 41 doktorantka pisze, że opróbowane wiercenia

reprezentują „strefy paleogeograficzne platformy węglanowej”, podczas gdy np. w tabeli 2 oraz Fig. 2 wyróżnia ona platformę węglanową i stok. W ostatnim zdaniu na s. 40 doktorantka stwierdza, że najwyższą zawartość TOC stwierdza się w strefie platform węglanowych i „ich otoczenia” (chodzi jej zapewne o stoki tych platform) – a co ze strefą basenową?

Na uwypuklenie zasługuje doskonała znajomość literatury przedmiotu, o czym świadczą adekwatne powołania w tekście. Cytowania prac są z reguły poprawne; pewne nieścisłości stwierdzono jedynie w części rozprawy dotyczącej tła geologicznego. Na str. 14, wiersz -18 zamiast Słowakiewicz et al. (2009) bardziej właściwe byłoby powołanie na Wagner (1994) i Wagner & Peryt (1997), a w wierszu -4 do -3: zamiast Słowakiewicz & Gąsiewicz (2013) – Wagner in Dadlez et al. (1998). Na s. 15 linia 5-6 Wagner (1994) powinien być zacytowany przed Dadlez et al. (1998).

Jedyna istotna, stwierdzona przeze mnie nieścisłość w cytowaniu, dotycząca – jak wspomniałem wcześniej - tła geologicznego, to konstatacja autorki w rozdziale 1., że basen cechsztyński trwał w okresie 7,6 Ma (powinno być: My) od 259.8 do 252.2 Ma. Doktorantka powołuje się przy tym na literaturę nie całkiem kompatybilną z tym stwierdzeniem. Interwał 252,2-259,8 mln. lat temu odpowiada bowiem późnemu permowi w ujęciu Geologic Time Table 2012 (Henderson et al., 2012; też Shen & Henderson, 2014), ale Henderson i in. (2012) przyjęli obecność dużych luk między czerwonym spągowcem a cechsztynem (jak również między cechsztynem a pstrym piaskowcem) i zgodnie z ich figurą 24.1 długość cechsztynu to niewiele więcej niż 2 mln. lat (między ok. 257,1 i 259,2 mln lat temu). Z kolei Szurlies (2013) granicę czerwony spągowiec-cechsztyń postawił w środkowym-późnym wucziapingu. Słowakiewicz et al. (2009) utożsamiali granicę czerwony spągowiec-cechsztyń z granicą kapitan-wucziaping (ewentualnie plasowali ją tuż powyżej podstawy wucziapingu - ich Fig. 4), chociaż z późniejszych prac M. Słowakiewicza (np. Fig. 2 w: Słowakiewicz & Gąsiewicz, 2013; Fig. 2 w: Słowakiewicz et al., 2016) wynika, że autor ten plasuje ją wyżej. Różne przesłanki przemawiają za tym, że granica czerwony spągowiec-cechsztyń powinna być postawiona na ok. 258 mln lat temu: paleoklimatyczne (Roscher & Schneider, 2006), stratygrafia oparta na izotopach węgla (Peryt et al., 2012 - nawiasem mówiąc, jednym z autorów tej pracy jest promotor doktorantki) oraz korelacja utworów morskich i niemorskich (Schneider & Task Group, 2016).

Słowakiewicz et al. (2009) utożsamili granicę PZ2/PZ3 z granicą wucziaping-czangsing (255 Ma na ich Fig. 4, 253.8 Ma na Fig. 6; zgodnie z najnowszą tabelą stratygraficzną – zob. Shen & Henderson, 2014 – granica ta jest stawiana 254,14 Ma), natomiast doktorantka plasuje ją w najwyższym wucziapingu, opierając się jednak – z nieznanych powodów - na innej niż wcześniej cytowanej literaturze.

Powołanie na Kotarba et al. (2009) na s. 58, wiersz -9 powinno być na końcu zdania. Przy *personal communication* należy podawać rok.

W kilku przypadkach brakuje "et al." po pierwszym autorze: np. Wang 2015 (s. 11), Zumberge 2012 (s. 27), Canfield 2006 (s. 29), Hao 2003 (s. 58), Gerling 1997 (s. 58), a w jednym przypadku - drugiego z autorów (dotyczy to pracy Rice & Claypool, 1981 – s. 48). Następujących prac cytowanych w tekście, niekiedy kilkakrotnie, brak jest w spisie literatury: Sun et al., 2016 (s. 23, s. 50); Faber et al., 1987 (s. 26), Pankina et al., 1978 (s. 27), Jiang et al., 2013 (s. 29), Więclaw et al., 2016 (s. 40), Kotarba et al., 2003 (s. 40), Zou et al., 2007 (s. 49). W tekście pojawia się powołanie na Galimov 2016 (s. 20, l. -2), a pracy tej brak w spisie literatury – być może to błąd i w istocie powinna być data 2006. Clarks & Fritz (1997) w tekście (s. 21, l. -19) przyjmują formę Clark & Fritz w spisie literatury cytowanej. Uporządkowania wymaga kolejność spisu literatury: Hoefs powinien być przed Hu, Hunt po Huang, Lund po Lorand, Shen przed Słowakiewiczem. Henderson et al. (2012) pojawia się w spisie literatury dwa razy, przy czym po raz pierwszy w środku powołań na autorów zaczynających się na literę E. W spisie literatury widnieją dwie pozycje Kotarba et al. (2014), zatem jedna powinna być zapisana jako 2014a, a druga – 2014b, i stosowne zmiany powinny być poczynione w tekście.

Wniosek

Recenzowana rozprawa doktorska mgr. Elżbiety Bilkiewicz pt. *Geneza gazu ziemnego w utworach dolomitu głównego w wybranych obszarach polskiego basenu permskiego: badania izotopów trwałych i pirolizy wodnej*, jest oryginalnym opracowaniem i jest bardzo poważnym wkładem do wiedzy o genezie gazu ziemnego w utworach dolomitu głównego w Polsce SW. Kandydatka ujawniła nie tylko doskonały warsztat badawczy (w tym biegłość w zakresie nowoczesnych metod geochemicznych) i wiedzę teoretyczną w zakresie geologii naftowej basenu permskiego, ale również duży talent do syntetyzowania danych i interdyscyplinarne podejścia do rozwiązywania złożonych problemów, a także uzdolnienie do prowadzenia samodzielnych badań naukowych. Tym samym rozprawa całkowicie spełnia warunki określone w artykule 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2003 r. Nr 65, poz. 595; z 2005 r. Nr 164, poz. 1365, z 2010 r. Nr 96, poz. 620, Nr 182, poz. 1228, z 2011 r. Nr 84, poz. 455).

W tej sytuacji stawiam wniosek o dopuszczenie mgr. Elżbiety Bilkiewicz do dalszych etapów przewodu doktorskiego, a z uwagi na zakres i dużą wartość naukową przedstawionych w rozprawie doktorskiej wyników badań wnoszę także o wyróżnienie tej rozprawy.

