

ANALIZA HISTORII TERMICZNEJ ORAZ WARUNKÓW POGRZEBANIA

Niniejszy rozdział prezentuje wyniki analizy fanerozoicznej historii termicznej dla profilu otworu Bydgoszcz IG 1. Zasadniczym celem przeprowadzonych badań była rekonstrukcja zmian strumienia ciepłego w czasie, określenie mechanizmów zmian reżimu termicznego oraz mechanizmów dojrzewania materii organicznej, określenie warunków pogrzebania, a także określenie relacji procesów termicznych w obrębie osadowej pokrywy do zdarzeń tektonicznych.

Badania historii termicznej pomorskiego segmentu basenu polskiego prowadzono dotychczas głównie metodą modeli dojrzłości termicznej (np. Karnkowski, 1999; Poprawa,

Grotek, 2004; Resak i in., 2008), jak również metodą analizy traków w apatykach (Poprawa, Andriessen, 2006; Resak i in., 2010). W pracach tych sugerowano dla pomorskiego segmentu basenu polskiego stały w czasie strumień ciepły (Karnkowski, 1999; Resak i in., 2008, 2010), bądź strumień obniżony w czasie kredowego pogrzebania (Poprawa, Grotek, 2004; Poprawa, Andriessen, 2006). Dla pobliskiego, aczkolwiek położonego już w strefie przejściowej do niecki brzeźnej, profilu Ciechocinek IG 2 sugerowano również występowanie kredowego, pozytywnego zdarzenia termicznego (Poprawa, 2007).

METODYKA

Rekonstrukcję historii termicznej i warunków pogrzebania przeprowadzono przy użyciu techniki jednowymiarowych modeli komputerowych, kalibrowanych pomiarami refleksyjności wityritu lub macerałów wityritopodobnych. Do modeli użyto danych określających historię pogrzebania, w tym stratygrafię i miąższości poszczególnych jednostek osadowego wypełnienia basenu, parametry petrofizyczne skał, współczesny reżim ciepły oraz obecną dojrzłość termiczną. Główne źródła danych stanowiły materiały zawarte w niniejszym tomie.

W procedurze modeli dojrzłości termicznej dwoma najistotniejszymi czynnikami są historia pogrzebania oraz historia strumienia ciepłego. Na historię pogrzebania wpływ mają miąższości i stratygrafia poszczególnych jednostek osadowego wypełnienia basenu. Poszczególnym wydzieleniom stratygraficznym o różnej randze, zależnej od dostępnej rozdzielczości stratygraficznej, przyporządkowano wieki liczbowe, stosując w tym celu tabelę stratygraficzną Gradsteina i in. (2004).

W modelu pogrążania uwzględniono poprawkę na dekompleksję z zastosowaniem algorytmu Baldwina i Butlera (1985). Miąższości zerodowanych fragmentów profili rekonstruowano w procedurze modeli dojrzłości termicznej, tj. wyznaczano ją na podstawie ekstrapolacji trendu dojrzłości termicznej do wartości powierzchniowych.

Modelowania dojrzłości prowadzono metodą *forward*, czyli zakładano stan wyjściowy systemu oraz określony proces geologiczny, a następnie wyliczano jego skutek dla współczesnego rozkładu dojrzłości termicznej w profilu.

W przypadku niezgodności między dojrzłością wyliczaną a pomierzoną procedurę powtarzano przy innych parametrach modelu, aż do osiągnięcia optymalnej kalibracji modelu.

Jednymi z istotnych parametrów wykonanych modeli termicznych były przewodność termiczna i pojemność ciepła poszczególnych jednostek osadowego wypełnienia basenu. Dla celów niniejszej pracy, przewodność termiczną i pojemność ciepłą przyjmowano dla szkieletu ziarnowego, według publikowanych wartości typowych dla poszczególnych typów litologicznych. Dla poszczególnych jednostek osadowego wypełnienia basenu tworzone w bibliotece programu nowe wydzielenia litologiczne, poprzez przyjęcie odpowiednich proporcji między poszczególnymi składnikami. Następnie wyliczano dla nich wartości parametrów petrofizycznych, określając średnią ważoną z poszczególnych składników. Przeprowadzone modelowania umożliwiały uwzględnienie zmian w czasie wymienionych powyżej parametrów w funkcji zmian porowatości wraz z pogrążaniem.

Przyjmowane wartości parametrów przewodności termicznej i pojemności ciepłej miały istotny wpływ na wyliczane wartości współczesnego oraz paleostrumienia ciepłego. Do wyliczenia współczesnego strumienia ciepłego wykorzystano termogramy otworowe. W trakcie przeprowadzonych modeli dojrzłości termiczną wyliczano z zastosowaniem standardowego dla tej metody algorytmu Sweeney i Burnhama (1990).

W rekonstrukcji historii termicznej uwzględniono również zmiany średniej temperatury powierzchniowej, tj. temperatury, do której cały system osadowego wypełnienia basenu był studzony (por. Szewczyk, 2002). W przypadku osadów kon-

tyentalnych ustalono je na podstawie odtworzonej historii klimatu, natomiast w przypadku osadów morskich stanowiły je temperatury na dnie zbiornika. Długookresowe, średnie

temperatury powierzchniowe odtworzono poprzez nałożenie zmian szerokości geograficznej europejskiej płyty litosferycznej w czasie na globalne zmiany klimatyczne (Wygrala, 1989).

HISTORIA TERMICZNA

Obliczenie gęstości współczesnego, powierzchniowego strumienia ciepłego wykonano na podstawie termogramu otworowego. Ponieważ nie dysponowano laboratoryjnymi pomiarami przewodnictwa ciepłego skał, przyjmowano je w modelu dla poszczególnych typów litologicznych, według danych z biblioteki programu. Obliczona wielkość współczesnego strumienia ciepłego wynosi 49W/m^2 . Kalibracja modelu historii termicznej oparta jest w tym przypadku na obszernej bazie analitycznej, na którą składa się 18 pomiarów R_o , obejmujących odcinek profilu o miąższości ponad 3500 m.

Odtworzona historia pogrzebania dla profilu otworu Bydgoszcz IG 1 cechuje się obecnością kilku faz szybkiego pogrzebania, oddzielonych fazami stagnacji bądź okresami wypiętrzania tektonicznego (fig. 49). Utwory górnego syluru, nawiercone w spągowej partii otworu, deponowane były w cza-

se szybkiej subsydemcji i pogrzebania, które to procesy kontynuowały się do końca syluru. We wczesnym dewonie zachodziło tektoniczne wypiętrzanie (fig. 49), przypuszczalnie związane z pokolizyjnym efektem izostaticznym, które doprowadziło do usunięcia stropowej części utworów górnego syluru.

W dewonie oraz we wczesnym karbonie następowała dalsza subsydemcja i pogrzebanie, a miąższość górnopaleozoicznej pokrywy osadowej mogła pierwotnie osiągać około 2200 m (fig. 49). W późnym karbonie i/lub wczesnym permie analizowany obszar ponownie ulegał wypiętrzaniu i erozji, prowadzącej do usunięcia utworów dolnego karbonu oraz wyższej części utworów górnego dewonu.

Począwszy od późnego permu, wraz z rozwojem permsko-mezozoicznego basenu polskiego, zachodziło szybkie pogrze-

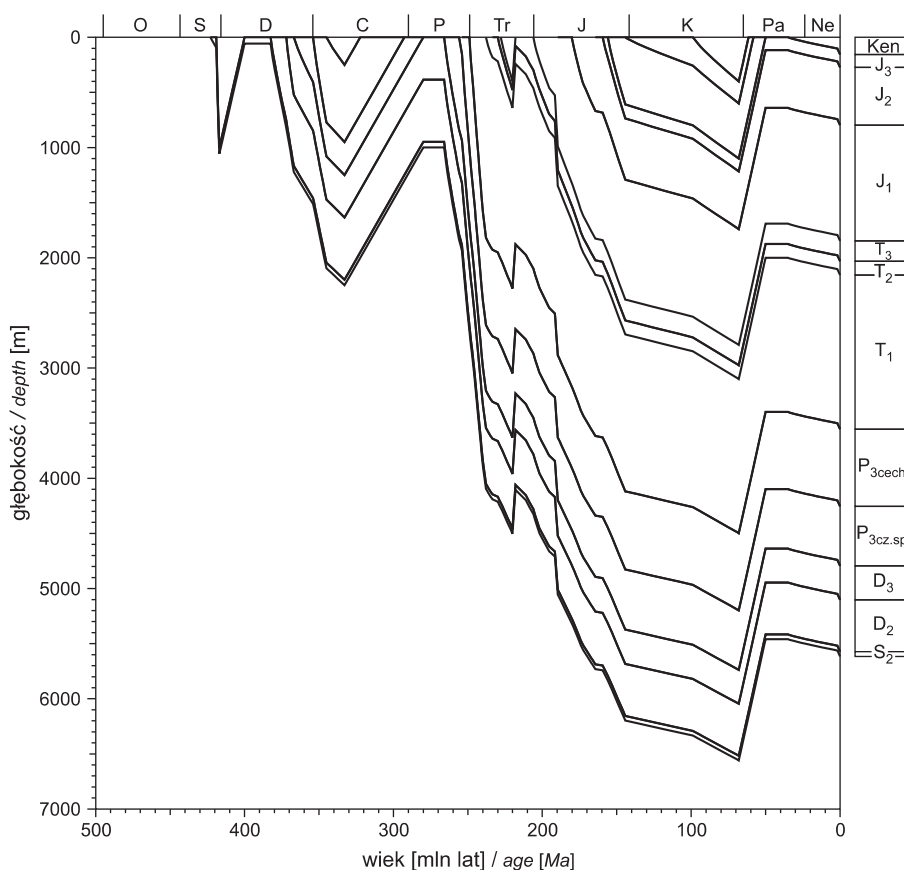


Fig. 49. Historia pogrzebania utworów w profilu otworu Bydgoszcz IG 1

Burial history for the Bydgoszcz IG 1 borehole

banie, którego główna faza przypadała na późny perm–wczesny trias (fig. 49). Szybki przyrost miąższości pokrywy osadowej kontynuował się również w jurze. Okres maksymalnego pogrzebania w profilu otworu Bydgoszcz IG 1 przypada na późną kredę (fig. 49). Na przełomie kredy i kenozoiku, laramijskie wypiętrzanie i erozja doprowadziło do usunięcia utworów kredy oraz wyższej części utworów jury górnej.

Pomiary R_o w otworze Bydgoszcz IG 1 układają się w spójny profil dojrzałości termicznej. Syntetyczna dojrzałość termiczna w omawiany profilu, przy założeniu stałego w czasie strumienia ciepłego, równego współczesnemu, charakteryzuje się nieco niższą dojrzałością termiczną niż jej wartości pomierzone, a także nieco niższym gradientem doj-

rzałości termicznej niż gradient wynikający z pomiarów R_o (fig. 50). Wskazuje to na obecność w profilu pozytywnego zdarzenia termicznego, zachodzącego przypuszczalnie w kredzie. W modelowniach prawidłową kalibrację (fig. 50) uzyskano, przyjmując miąższości zerodowanych utworów mezozoicznych według rekonstrukcji w pracy Marka i Pajchlowej (1997) oraz zakładając późnokredowy strumień ciepły wyższy od współczesnego o 6 mW/m^2 . Zjawisko to koresponduje z pozytywnym zdarzeniem termicznym, zachodzącym w późnej kredzie, sugerowanym dla pobliskiego profilu Ciechanów IG 2 (Poprawa, 2007). Brak jest w tym przypadku przesłanek co do „chłodnego”, późnokredowego reżimu termicznego (por. Poprawa, Grotek, 2004).

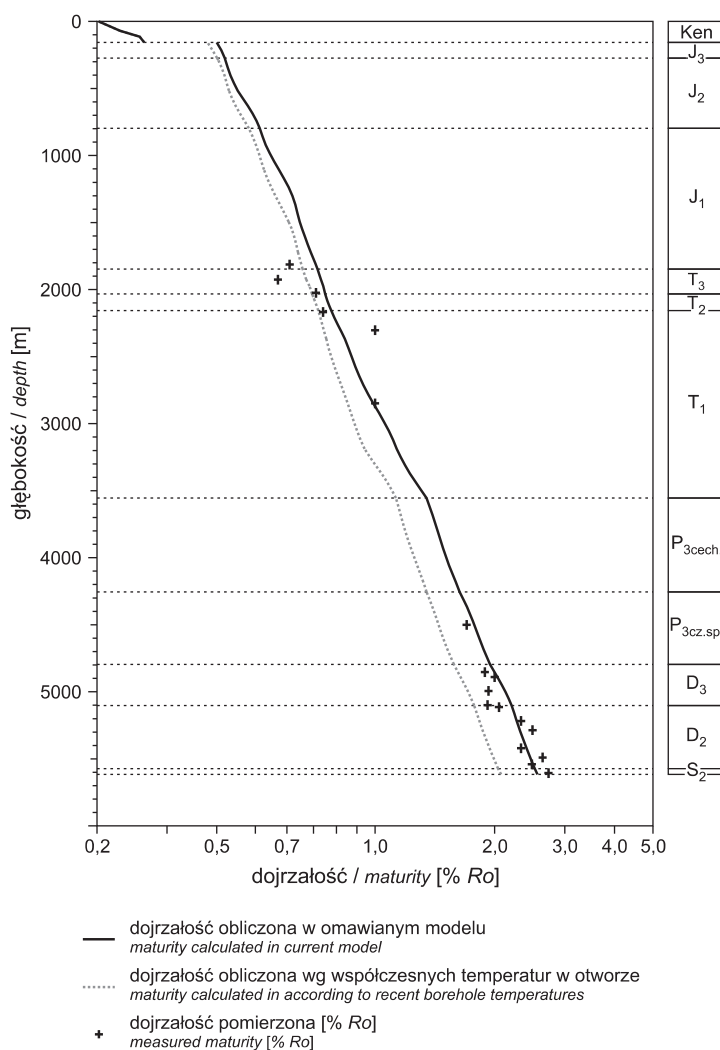


Fig. 50. Kalibracja analizowanego modelu historii termicznej pomiarami dojrzałości termicznej

Calibration of the analyzed model with thermal maturity measurements