

# Etapy cementacji piaskowców czerwonego spągowca w świetle badań izotopowych

Marta Kuberska\*

Procesy diagenetyczne zachodzące w osadach czerwonego spągowca na Niżu Polskim są od wielu lat przedmiotem zainteresowania wielu badaczy. Zjawiska te wpływają w zasadniczy sposób na kształtowanie właściwości fizycznych badanych skał.

Przedmiotem analizy petrologicznej były piaskowce i zlepienie czerwonego spągowca górnego z wybranych otworów wiertniczych: Budziszewice IG1, Buczyna 1, Bydgoszcz IG 1, Sokole 1, Unisaw IG 1, Unisław 4, Wilcze IG 1. Dla uzyskania końcowych wniosków wykorzystano wyniki badań w mikroskopie polaryzacyjnym, w katodoluminescencji, w mikroskopie skaningowym, wyniki analiz rentgenostrukturalnych, chemicznych i oznaczenia temperaturowe inkluzji fluidalnych. Dodatkowo, w wybranych minerałach, oznaczono stabilne izotopy węgla, tlenu i siarki.

Jednym z ważniejszych procesów diagenetycznych utworów czerwonego spągowca jest cementacja. Zachodzi ona kilkietapowo, obejmując różne stadia pogrzebienia osadu. Do najczęściej występujących cementów zalicza się spoiwo węglanowe, w mniejszym stopniu natomiast rozprzestrzenione jest spoiwo anhydrytowe i neogeniczne kwarcowe.

Wśród minerałów węglanowych wyróżniono głównie kalcyt, a podrzędnie dolomit i ankeryt. Dzięki badaniom w katodoluminescencji i zastosowaniu mikroskopy elektrowej wyróżniono dwie odmiany kalcytu: czysty — nie wykazujący luminescencji i nie zawierający domieszek innych pierwiastków (analizy w EDS) oraz manganonośny, gdzie zawartość członu  $MnCO_3$  waha się w granicach 0,09 – 5,00% mol. Dla obydwu odmian  $CaCO_3$  wykonano oznaczenia stabilnych izotopów węgla i tlenu. W przypadku

czystego kalcytu zastosowano metodę punktowej analizy laserowej, a badanie wykonano w Instytucie Technologii Energetycznej w Kjeller w Norwegii, zgodnie z metodą P. C. Smalleya i in. (1989). Uzyskane wyniki wynoszą dla  $\delta^{13}C_{PDB}$  od 1,0 do 2,4‰ a  $\delta^{18}O_{PDB}$  od –3,1 do 1,4‰. Przeliczone przez doc. dr hab. Z. Migaszewskiego wartości wskazują temperatury krystalizacji tego kalcytu na 23 – 31° C (przy założeniu, że  $\delta^{18}O_{SMOW}$  wynosiła 0‰). Dane te jak również szczegółowe obserwacje mikroskopowe mówią o wczesnodiagenetycznym etapie jego powstawania. Nieco późniejszą genezę ma kalcyt manganonośny. Tworzy on częściowe lub całkowite pseudomorfozy po ziarnach detrytycznych, a także zastępuje inne składniki cementów. Wartości  $\delta^{13}C_{PDB}$  wynoszą od –1,97 do 2,20‰, a  $\delta^{18}O_{PDB}$  od –8,39 do –4,41‰. Krystalizacja tego cementu zachodziła w temperaturach 38– 62°C. Przede wszystkim bardziej negatywne wartości  $\delta^{18}O$  świadczą o wzroście pogrzebienia osadu. Wielu badaczy uważa, iż cementy kalcytowe tworzyły się przy znacznym udziale wód meteorycznych i mogły ulegać rozpuszczaniu, a na ich miejsce powstawały trwalsze odmiany, zachowujące pierwotne wartości izotopowe. Wszystkie uzyskane wyniki badań i obserwacji wskazują na co najmniej dwa etapy krystalizacji kalcytu. Podobnie dzieje się w przypadku dolomitu. Uzyskane wartości  $\delta^{13}C_{PDB}$  mieszczą się w dwóch przedziałach 0,62 – 1,88‰ i –3,26 do –1,00‰. Odpowiednio  $\delta^{18}O_{PDB}$  –2,59 do 1,58 i –8,06 do –4,89‰. Na podstawie tych danych wyznaczono przedziały temperatur 43 – 50° C i 58 – 82° C. Niższe temperatury wiążą się z cementami piaskowców rejonu Unisławia, wyższe natomiast uzyskano dla dolomitów ze skał z otworów wiertniczych Budziszewice IG1 i Bydgoszcz IG1. Na istnienie drugiej, późnodiagenetycznej fazy cementacji dolomitowej wskazuje również występowanie w cemencie niektórych piaskowców dolomitu barokowego. Potwierdziły to także

\*Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

badania inkluzji gazowo-ciekłych. Ankeryt, tworzący obrzeża romboedrów dolomitowych jest także uważany za późny składnik cementów, co zdaniem R. Gauppa i in. (1993) potwierdza asocjacja ankerytu z chlorytami żelazistymi.

Wartości  $\delta^{34}\text{S}$  otrzymane w toku analizy cementu anhydrytowego wahają się w granicach 6,50–10,80‰. Są one zbliżone do uzyskanych z obszaru Sole Pit na Morzu Północnym (K. Purvis, 1992) i sugerują, iż źródłem anhydrytu w badanych osadach są siarczanowe ewaporaty cechsztyńskie.

Obserwacje mikroskopowe wskazują na kilkietapowość cementacji anhydrytowej, co musiałoby być jeszcze potwierdzone rozszerzonymi badaniami izotopowymi.

Już te pierwsze otrzymane wyniki oznaczeń stabilnych izotopów węgla, tlenu i siarki wskazują na ogromny potencjał tej metody w rozwiązywaniu problemów przemian diagenetycznych, kolejności krystalizacji składników spoiw, temperatur ich powstawania, a co z tego wynika — kształtowania przestrzeni porowej w osadach.