



## Determination of organic maturity and paleotemperatures based on conodonts by CAI (Conodont Alteration Index) method

### Определяне на зрелостта на органичното вещество и палеотемпературите по конодонти чрез CAI (Conodont Alteration Index) метод

*Iljana Boncheva*  
*Илијана Бончева*

Геологически институт, БАН, ул. „Акад. Г. Бончев“, бл. 24, 1113 София; E-mail: boncheva2005@yahoo.com

**Abstract.** The CAI method studies the natural colour alterations of conodonts connected with paleotemperatures in the host rocks. The change of colour of conodont elements is the result of carbonization of small amounts of organic matter sealed within the lamellas of the conodont elements. Organic materials are sensitive recorders of the thermal stress experienced by their host rocks. These colour differences were placed in a systematic context (Conodont Colour Alteration Index, CAI) by Epstein et al. (1977) and Rejebian et al. (1987). This is a fast and economical analysis, which permitting to establish the thermal history and get to know the economical potential for the study area. The aim of this study and applying the CAI method is to trace the paleotemperatures reflected in the value of conodont colour and simultaneously to investigate the hydrocarbon prospecting.

**Ключови думи:** палеотемпература, конодонти, Девон, Карбон, Мизийска платформа.

Цветовите промени на конодонтите, изследвани по CAI метода, са реакция на органичната материя към нарастването на температурата и налягането във вместиращите седименти. Промените в цветовете на органиката в конодонтите са акумулативни, прогресивни и необратими и са своеобразни геотермометри, съхранили данни за палеотемпературите в геоложкия летопис. Цветната промяна на конодонтите е времева и температурна функция, среща се систематично, необратима е, съхранява се надживявайки следседиментационните процеси и е функция от термалната промяна на малките частици от органично вещество, съхранени между ламелите на конодонтите.

Изследвани са палеотемпературите в палеозойските седименти от десет сондажни разрези в Североизточна и Северозападна България чрез анализиране на органиката в конодонтната фауна. Най-високите стойности CAI = 4,5 (190–300 °C) са установени в долнодевонските седименти (Емс), а най-ниските стойности са регистрирани в долнокарбонските седименти CAI = 1,5 (50–90 °C).

Палеозойските скали, достигнали до ниски палеотемператури (между 50 и 90 °C) в началото на Карбонския период, не са били повлияни от покъсни процеси и затопляния след къснопериодско време. Отсъствието на горнокарбонско-долнопериодски седименти в изследваните разрези е повлияло на ниските стойности в CAI. Налягането, което биха упражнили липсващите седименти, би се отразило необратимо върху оцветяването при

конодонтите и би повишило стойностите на CAI, съответстващи на по-висока степен на метаморфизъм. Ниските стойности на CAI очертават перспективност за продуциране на въглеводороди.

Айфелските седименти от изследваните сондажи принадлежат на карбонатно-сулфатната задруга, а дълбочините на които се разкриват са от 2300 m до над 3000 m в Черешово, Дулово, Кардам, Ваклино, Огражден. Тези седименти съдържат конодонти със стойности преобладаващо CAI 4 (при температури от 190 до 200 °C). Айфелските седименти попадат в зоната на възможното продуциране на нефт и газ, но извън фазата на максимално генериране.

Най-плотно са разпространени живетските седименти, които обхващат седиментите на горните пачки на карбонатно-сулфатната задруга, доломитната задруга и долните части на задругата на ивичестите варовици. CAI са хомогенни от 2,5 и 3 получени в температурен диапазон от 90–110 °C и 110–200 °C. Конодонти от дълбочини над 2300 m в доломитната задруга и карбонатно-сулфатната задруга, както и над 3000 m в карбонатно-сулфатната задруга, демонстрират спектър на цветните си индекси от CAI = 3, получени при палеотемператури в диапазона 120–140 °C и 140–180 °C, съответстващи на дълбочините на вместиращите ги седименти. Тези CAI стойности в живетските седименти са индикатори, че палеотемпературите са подходящи за продуциране на нефт и газ. Благоприятни са условията за продуциране на въглеводороди

през Живета в сондажите Преславци, Огражден, Черешово, Никола Козлево и Кардам.

Франските и фаменските седименти се разкриват в задругата на ивичестите варовици и задругата на ивичестите и грудкови варовици. Цветните индекси отразяват добра перспективност за продуциране на нефт и газ. При стойности на САІ от порядъка на 1,5 – 2–2,5 и в отделни случаи 3, горнодевонските седименти са с най-добър потенциал за продуциране на въгледороди. Франският етаж присъства в сондажите Черешово, Преславци, Белгун, Огражден, Кардам, Горняк и Дулово, като навсякъде той се разполага над ерозионни повърхнини след Живетския етаж. Горнодевонските седименти се разкриват на дълбочини от порядъка на 1400 m до 2300 m и дори до 3000 m в сондаж Черешово. Само в него е установен непрекъснат разрез на Франския и Фаменския етаж.

Различните САІ стойности, които се наблюдават както в отделни проби от един и същи стратиграфски интервал, така и в една и съща проба, могат да бъдат обяснени с проникването на хидротермални флуиди, които в ареала на своето влияние са загревали конодонтосъдържащите седименти. Катагенетната промяна на органичното вещество, установима по САІ стойностите, обхваща целия хроностратиграфски интервал от Долен Айфел–Долен Живет до Турнейския етаж. В потвърждение на тази констатация е и измерената степен на кристалинност на илита, индикираща същите степени на промяна в седиментите. Всички тези анализи взаимно се допълват и свидетелстват

за процесите протекли върху конодонтите, респективно върху вместиращите ги седименти.

Палеотемпературите, изчислени по цветната промяна в конодонтите, са съпоставени със средната стойност за степента на кристалинност на илита (IC) от дълбочина 3346 m  $IC = 0,73 2\theta^\circ$  и се корелират с палеотемпературния интервал определен по САІ = 110–200 °С, което от своя страна индикира ниска степен на промяна в зоната на диагенезата. В представеното изледване коефициентите за кристалинност на илита (отговарящи на определен температурен интервал) са съпоставими с цветните индекси на конодонтите (САІ метод). Според Winkler (1976) горната граница на диагенезата се прокаква между 150 °С и 200 °С. Степента на въглефикация, достигната в началото на метаморфизма, поставя граница за нефтените находища. В области с по-висока степен на въглефикация могат да останат само малки газови полета.

Икономическият потенциал за акумулиране на въгледороди в средно и горнодевонските седименти на Североизточна България е вероятен, тъй като повечето стойности на САІ (3 и 4) индикират палеотемпературни ареали от 110–200 °С и 190–300 °С, отговарящи на свръх зрелост на органичното вещество във високите точки на генериране на нефт и газ след 170 °С. Присъствието на въгледороди е перспективно в карбонските седименти, където палеотемпературите са между 50 и 90 °С, условия при които въгледородите са зрели (в ранен етап). Такива са сондажите в Северозападна България – Гомотарци и Видин.

## Литература

Epstein, A. G., J. B. Epstein, L. D. Harris. 1977. Conodont color alteration – an index to organic matamorphism. – *U. S. Geol. Surv., Prof. Paper*, 995, 1–27.

Rejebian, V. A., A. G. Harris, J. S. Huebner. 1987. Conodont color and textural alteration: An index to regional meta-

morphism, contact metamorphism and hydrothermal alteration. – *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 99, 471–479.

Winkler, H. 1976. *Petrogenesis of metamorphic rocks*. New York-Heidelberg-Berlin, Springer Verl., 334 p.