



Evaluation of the probability of scaling and corrosion in the thermal water exploitation in Bulgaria

Оценка на вероятността за отлагане и корозия при експлоатация на термалните води в България

Mila Trayanova¹, Edith Haslinger², Radostina Atanassova¹, Stefan Wyhlidal², Vladimir Hristov¹, Paul Kinner², Aleksey Benderev¹
Мила Траянова¹, Едит Хаслингер², Радостина Атанасова¹, Стефан Вихлидал², Владимир Христов¹, Паул Кинер², Алексей Бендерев¹

¹ Geological Institute, Bulgarian Academy of Sciences, Acad. G. Bonchev str., bl. 24, 1113 Sofia;
E-mails: milatr@abv.bg, radi@geology.bas.bg, vhh_gi@abv.bg, alekseybenderev@yahoo.com

² Austrian Institute of Technology. Center for Energy. Giefinggasse 2, 1210 Vienna;
E-mails: Edith.Haslinger@ait.ac.at, Stefan.Wyhlidal@ait.ac.at, Paul.Kinner@ait.ac.at

Abstract. The aim of the present study is to evaluate the probability of processes of corrosion or scaling in thermal waters in Bulgaria using the „Langelier Saturation Index“ (LSI) and „Ryznar Stability Index“ (RSI). Based on those indices, maps for more than 400 water sources were made.

Keywords: термални води, корозия, отлагане на вещество, „Langelier Saturation Index“, „Ryznar Stability Index“.

Въведение

Използването на термалните води придобива все по-голямо значение за съвременното общество, както като източник на енергия, така и за редица други цели – балнеология, спа-туризъм, спорт и рекреация. Условието на тяхното формиране, разпределение, количествени и качествени показатели в България са разглеждани от много автори (Shterev, 1964; Petrov et al., 1970; Benderev et al; 2016). Експлоатацията им продължава много години и това е причина за възникване на негативни процеси, които нарушават пропускливостта и техническото състояние на каптажните и други съоръжения, свързани с използването на термалните води. Целта на настоящото изследване е на основа на налични данни да се оцени вероятността за възникване на процеси на отлагане на вещество и/или корозия по тях.

Методика на изследване

Процесите на отлагане на твърда фаза и корозия, свързани с движение на термалните води при изливането им на повърхността и преминаването през експлоатационни съоръжения, са свързани главно с променени във физикохимич-

ните условия: рН, налягане, температура, газова и химичен състав. Съществуват редица методи за оценка на вероятността за протичане на тези процеси, главно свързани с хидрохимично моделиране, но за получаване на коректни резултати са необходими и голямо количество входни данни. Затова в световната практика са се наложили някои сравнително по-опростени подходи, каквито са въведените от Langelier (1936) „Langelier Saturation Index“ (LSI) и от Ryznar (1944) „Ryznar Stability Index“ (RSI). За определянето им са необходими данни за рН, температура, обща минерализация, твърдост и алкалност на термалните води. На основата на тези показатели са предложени класификации на водите по отношение на опасност от отлагане на твърда фаза и корозия (табл. 1).

Досега прилагането на тази методика не е широко разпространена в България. За пръв път тя е представена от Boucheva (2007), а конкретно за термални подземни води е приложена от Trayanova et al. (2017, 2018) за термоминералните находища Велинград и София.

Резултати и дискусия

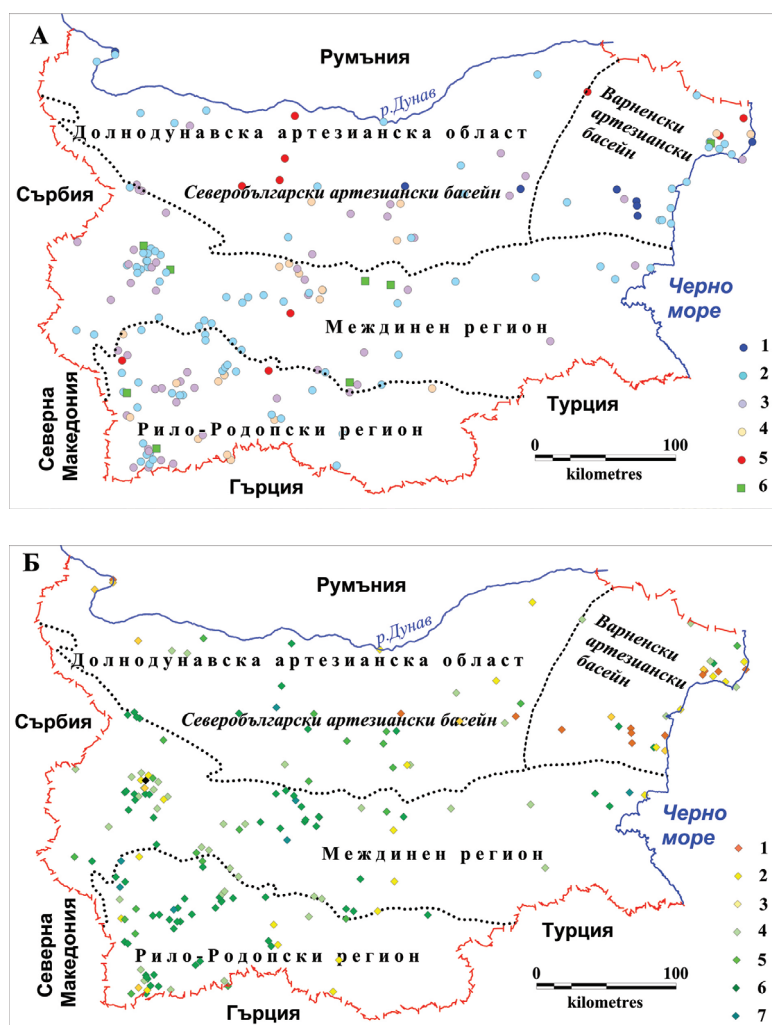
За обща оценка на вероятността от отлагане на твърда фаза и корозия, предизвикани при изли-

Таблица 1. Интерпретация на Langelier Saturation Index (LSI) и Ryznar Stability Index (RSI) (no Carrier, 1965)

Стойности на индекс LSI	Индикация	Стойности на индекс RSI	Индикация
2.0	отлагачи в-во, но не корозивни води	4.0 – 5.0	силно отлагачи води
0.5	слабо отлагачи в-во и корозивни води	5.0 – 6.0	слабо отлагачи
0.0	води в равновесие, но с възможност за корозия	6.0 – 7.0	слабо корозивни или отлагачи вещество
-0,5	слабо корозивни, но не отлагачи в-во води	7.0 – 7.5	значителна корозия
-2	силно корозивни води	7.5 – 9.0	силно корозивни
		> 9.0	много силно корозивни води

ването на термални води на земната повърхност и постъпването им в експлоатационни съоръжения, са събрани и обработени данни от 415 химични анализа от повече от 200 термомине-

рални находища и водоизточници в България. Получените резултати, съгласно класификациите за LSI и RSI (табл. 1), са систематизирани и нанесени на карта (фиг. 1). Като цяло, по LSI,



Фиг. 1. А. Разпределение на водоизточниците по стойност за LSI: 1 – отлагачи вещество, но не корозивни води; 2 – слабо отлагачи вещество и корозивни води; 3 – води в равновесие, но с възможност за корозия; 4 – слабо корозивни, но не отлагачи води; 5 – силно корозивни води; 6 – водоизточници с различни стойности за LSI. Б. Разпределение на водоизточниците по стойност за RSI: 1, 2 – силно отлагачи вещество води; 3 – слабо отлагачи; 4 – слабо корозивни или отлагачи вещество; 5 – значителна корозия; 6 – силно корозивни; 7 – много силно корозивни води.

водите попадат в категории: „Слабо отлагачи и корозивни“ (50%) и „Води в равновесие, но с възможност за лека корозия“ – над 25% от всички водоизточници. Само за 20 от пробите водите попадат в двата края на класификацията, съответно „Отлагачи вещество, но не корозивни води“ (2) и „Силно корозивни води“ (-2). По отношение на RSI водите са разпределени почти по равно във всички групи от класификацията. Изключение правят само няколко водоизточника, които се характеризират като „Много силно корозивни води“ (RSI>9). Пример за такива водоизточници са сондажи в района на Ракитово, Варвара, Миромир, Леново и други.

Изводи

Получените резултати показват, че голяма част от водите, при така измерените физико-химични показатели, проявяват различни тенденции както към отлагане на вещество, така и към процеси на корозия за конкретни находища. При направените изводи е необходимо да се има предвид, че използваните индекси са насочени главно към процесите, свързани с утаяването на CaCO₃ и корозия на метални тръби, както и това, че получените резултати за LSI показват тенденция на протичащите процеси, свързани с отлагане или корозия, докато за RSI оценката може да се възприеме като количествена.

Благодарности: Проведените изследвания са финансирани по Програмата за двустранно сътрудничество 2016 г. – България–Австрия на ФНИ

в рамките на проект „Отлагане на минерали и корозия в хидрогеотермални станции и сондажи в Австрия и България – сравнение.

Литература References

- Benderev, A., V. Hristov, K. Bojadgieva, B. Mihailova. 2016. Thermal waters in Bulgaria. – In: Papic, P. (Ed.). *Mineral and Thermal Waters of Southeastern Europe*. Series Environmental Earth Sciences, Springer, 47–64.
- Boycheva, S. 2007. Evaluation of scale formation and corrosion potential in geothermal heating systems. – In: *Energy Forum*. June 13–16, 2007, Varna, p. 4 (in Bulgarian).
- Carrier Air Conditioning Company. 1965. *Handbook of Air Conditioning System Design*. McGraw-Hill Book, New York, 786 p.
- Langelier, W. 1936. The analytical control of anticorrosion water treatment. – *J. Am. Water Works Assoc.*, 28, 1500–1521.
- Pentcheva, E., E. Van'dack, V. Veldeman, V. Hristov, R. Gijbels. 1997. *Hydrogeochemical Characteristics of Geothermal Systems in South Bulgaria*. Universiteit Antwerpen (UIA), 121 p.
- Petrov, P., S. Martinov, K. Limonadov, Y. Straka. 1970. *Hydrogeological Investigations of Mineral Waters in Bulgaria*. Sofia, Technika, 196 p. (in Bulgarian).
- Ryznar, J. 1944. A new index for determining the amount of calcium carbonate scale formed by water. – *J. Am. Water Works Assoc.*, 36, 472–486.
- Shterev, K. 1964. *Mineral Waters in Bulgaria*. Sofia, Nauka I Izkustvo Ed., 172 p. (in Bulgarian).
- Trayanova, M., R. Atanasova, E. Haslinger, O. Plank, S. Wyhlidal, A. Benderev. 2017. Probability of solid phase formation from the thermal water in the region of Velingrad. – *Geologica Balc.*, 46, 135–141.
- Trayanova, M., V. Hristov, R. Atanasova, E. Haslinger, O. Plank, S. Wyhlidal, A. Benderev. 2018. Potential of corrosion and/or deposition of solid phases in the thermal waters in the region of Sofia Valley, Bulgaria, depending on their chemical composition. – *Bulg. Chem. Commun.*, 50, Special Issue G, 28–33.