



Temperature impact of underground coal gasification on water–carbonate rock interaction (Dobrudza Coal Deposit)

Температурно въздействие от подземна газификация на въглища върху процесите на взаимодействие вода–карбонатна скала (Добруджански въглищен басейн)

Aleksey Benderev, Dimitar Antonov, Klara Bojadgieva
Алексей Бендерев, Димитър Антонов, Клара Бояджиева

Геологически институт – БАН, 1113 София, ул. Акад. Г. Бончев, бл. 24; E:mail: aleksey@geology.bas.bg

Abstract: The article deals with the prediction of conditions for dissolution and deposition of carbonate substance in the Upper Jurassic – Lower Cretaceous aquifer in case of underground gasification of Carboniferous coal deposit in Dobrudza field. The saturation index of carbonate minerals is estimated based on the modelling of temperature change. The increasing value of this index is a prerequisite for minerals deposition in fissures and caverns at the bottom of the Upper Jurassic – Lower Cretaceous aquifer.

Ключови думи: Добруджански басейн, Горноюрско-долнокреден водоносен хоризонт, карбонатни равновесия, подземна газификация на въглищата.

Въведение

Добруджанският въглищен басейн е проучен в периода 1960–1986 г., и са доказани значителни запаси от качествени черни въглища. Съобразно геоложкия разрез са отделени няколко водоносни хоризонта, като непосредствено над находището е разположен най-мощният и водообилен водоносен хоризонт в Северна България – горноюрско-долнокредният. Това, заедно със значителната дълбочина на въглищата (от 1200 до 2000 m), затруднява разработването на находището. Една от възможностите за оползотворяването на въглищата е тяхното подземно изгаряне, една съвременна технология, шадяща повече околната среда отколкото минния добив. Приложението на този метод изисква предварителна оценка на възможните въздействия на този тип експлоатация върху параметрите на околната среда. Целта на настоящото изследване е да се оцени процеса на отлагане на минерали в горноюрско-долнокредния хоризонт при увеличаване на температурата на водата до 100 °C.

Хидрогеоложки условия

Добруджанският въглищен басейн е разположен в Североизточна България и е привързан към карбонски седименти в обсега на Вранинския хорст (Николов, 1986). В хидрогеоложко отношение той

попада във Варненски артезиански басейн, където са формирани няколко етажно разположени водоносни хоризонти. В района на басейна основен интерес представлява горноюрско-долнокредният водоносен хоризонт. Дебелините на окарстените карбонатни скали е средно 700–800 m. Формиралите се подземни води са ненапорни, в зоните на подхранване и напорни – в останалата част на водоносния хоризонт. За долен водоупор служат скали на Долна–Средна Юра, а на места – пермо-триаски материали, а отгоре той е покрит от долнокредни мергели и варовици. Областта на подхранването му е разположена в разкрития в Северобългарското издигане, а дренирането – в района на Девненски и Златински извор, в Черно море и в територията на Румъния. Водоносният хоризонт се характеризира с анизотропност на филтрационните свойства, дължаща се на неравномерното му окарстване (Станев, 1970). Добруджанското въглищно находище е разположено в зоната на активно движение на води в хоризонта, който се намира в дълбочинния интервал от 600 и 1300 m. По данни от 5 сондажа, разположени в най-перспективната зона за разработване на въглищата, проводимостта на хоризонта е от 700–13 000 m²/d, според степента на окарстване. Водите са с рН 7,6–7,8, и минерализация от 550 до 670 mg/l, хидрокарбонатни – калциево-магнезиеви. Температурите във водоносния хоризонт се изменят от 20 и 30 °C (Bojadgieva et al., 1998).

Методика на изследване

За определяне на основните химични форми, под които съществуват макрокомпонентите на изследваните води, е използван софтуера Visual MINTEQ 3.0. Пресметнати са индексите на равновесност (SI) на водите спрямо различни карбонатни минерали. Съгласно Garrels and Christ (1965) и Thrailkill (1976), SI е произведение от активностите на йоните, повдигнати на степен със съответните стехиометрични коефициенти, отнесено към произведението на разтворимост на съответния минерал. При положителни стойности на този индекс има условия за отлагане на съответния минерал, а при отрицателни – за разтваряне. След получаване на стойностите за този индекс при естествени условия е симулирано рязко покачване на температурата на околните скали (до 100 °C), без да се променят други параметри и отново се изчисляват стойностите на този коефициент.

Резултати и дискусия

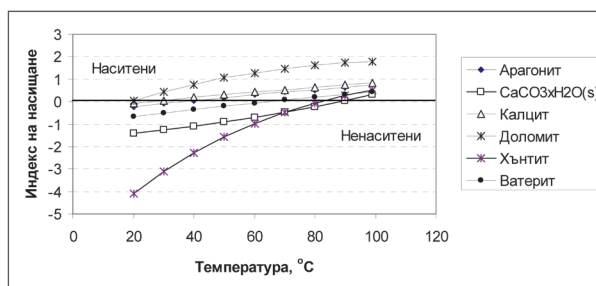
Получените резултати за индексите на равновесност на водите в отделните сондажи при естествени условия спрямо основните карбонатни минерални фази са дадени в табл. 1. Водите във всички

Таблица 1. Стойности на индекса на равновесие във водите от горноюрския-долнокреден водоносен хоризонт

Сондаж	100хг	103хг	105а	105 b	72
Арагонит	-0,1	0,7	0,1	-0,0	0,4
Калцит	0,1	0,9	0,2	0,2	0,5
CaCO ₃ ×H ₂ O(s)	-1,3	-0,5	-1,1	-1,1	-0,8
Доломит	0,2	1,7	0,7	0,6	1,1
Хънтит	-3,6	-1,1	-2,6	-2,7	-1,8
Ватерит	-0,51	0,3	-0,3	-0,4	-0,1

сондажи са най-преситени по отношение на доломит и в по-малка степен на калцит, докато за останалите минерални фази те са в различно състояние в различните участъци от водоносния хоризонт (с изключение на CaCO₃×H₂O(s), по отношение на които са ненаситени). При симулиране на покачване на температура за всички проби се установява повишаване на стойностите на индексите на насищане по отношение на всички минерални фази (фиг. 1).

Установява се увеличение на стойностите на индекса на насищане по отношение на всички разгледани минерални фази, като скоростта на нарастване при покачване на температурата за отделните фази е сходна, с изключение на хънтита. Това се наблюдава и при анализ на резултатите за водите,



Фиг. 1. Изменение на стойностите на индексите на насищане по отношение на карбонатни минерални фази във водата, разкрита от сондаж Р 100хг

разкрити и от останалите сондажи. Налага се извода, че с повишаване на температурата се създават относително по-благоприятни условия за отлагане на вещество. Това се отнася в по-голяма степен за долната част на водоносния хоризонт, която е по-близко до местата на подземната газификация. Повишаването на температурата на водата ще доведе до незначителни локални промени на филтрационните свойства в тези участъци на водоносния хоризонт, вследствие на запълване на пукнатини и намаляване на обема на по-малките каверни.

Заклучение

Извършените изследвания показват, че промяната на физикохимичната обстановка вследствие на подземна газификация на въглицата дава отражение и върху хидрогеоложките условия в района. Необходимо е да се има предвид, че проведените изследвания имат предварителен характер, тъй като при тях се оценява само въздействието на един параметър.

Благодарности: Изследванията са по проект Study of Deep Underground Coal Gasification and the Permanent Storage of CO₂ in the Affected Areas, финансиран от фонд „Стомана и въглища“ към Европейската комисия.

Литература

- Николов, З. (Ред.). 1988. *Геология на Добруджанския въглищен басейн*. С., Техника, 170 с.
- Станев, И. 1970. Древен и съвременен карст в горноюрско-долнокредния водоносен хоризонт в северна България. – *Сп. Бълг. геол. д-во*, 31, 2, 241–249.
- Bojadgieva, K., S. Gasharov, S. Vesselinov. 1998. Geothermal Study of the Hydrogeological Regime in the Region of Doubrudja Coal Deposit (NE Bulgaria). – *Bulg. Geophys. J.*, 24, 3–4, 127–136.
- Garrels, R., C. Christ. 1965. *Solution, Minerals and Equilibria*. New York, Harper and Row, 450 p.
- Thrailkill, J. 1976. Carbonate equilibria in karst water. – In: *Karst Hydrology and Water Resources. Proceedings of US-Yugoslavian Symp.* Dubrovnik, 745–766.