

## ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ИНДЕКСИТЕ НА ВЪГЛИЩНИЯ ФАЦИЕС В СВОГЕНСКИЯ АНТРАЦИТЕН БАСЕЙН, БЪЛГАРИЯ

Йордан Кортенски

Минно-геоложки университет  
“Св. Иван Рилски”  
София 1700, България  
E-mail: jordan\_kortenski@hotmail.com

Антон Сотиров

Istitut für Geowissenschaften  
Montanuniversität, A-8700  
Леобен, Австрия  
E-mail: sotirov\_anton@hotmail.com

### РЕЗЮМЕ

Изследвани са тридесет проби от V и VII въглищен пласт. Установени са мацералният, минералният и химическият състав на въглищната пепел. Определени са индексите на въглищния фацис. Индексът на грунтовите води (GWI) е 0,02, а Индексът на растителността (VI) е 12,06. Това определя торфеното блато като “омбротрофно горско блато”. Според Индекса на запазване на растителните тъкани (TPI) (92,46) и Гелификационния индекс (GI) (97,97) торфонатрупването в Свогенския антрацитен басейн е ставало в гористо торфище. Силициевоалуминиевия (SAL) фактор (68,7) торфеното блато също се определя като блато с горска растителност. Определена е киселинността на средата на торфеното блато чрез диаграма на киселинността. Стойността на рН варира от 3,5 до 6,2 (средно 4,8). Определен е Индекс на подхранване (SI). Според този индекс (SI=3,7) подхранването е било преобладаващо повърхностно с терегенен материал, а торфонатрупването се осъществявала в лимнично блато. Във въглищата са установени само три мацерала или субмацерала от група Витринит и само два инертнитови мацерала. Въз основа на показателя на отражение на витринита въглищата са определени като антрацити до суперантрацити.

Ключови думи: антрацити, индекси, мацерали, химичен състав, тип на торфеното блато, Свогенски басейн.

### ВЪВЕДЕНИЕ

Свогенският басейн се намира на около 30 km северно от София. За подложка на въгленосните горнокарбонски седименти служат скали с ордовишка, силурска, девонска и раннокарбонска възраст, а са покрити от триаски и кватернерни наслаги. Тенчов (1962, 1966) прави литостратиграфска подялба на карбонските седименти като отделя 6 свити. От долу нагоре те са: Царичинска (намюр А, В) - Изградена е от конгломерати, пясъчници, алевролити, аргилити и тънки въглищни пластове с обща дебелина 150-200 m; Свидненска (намюр С) - Представлява редуване на брекчоконгломерати, пясъчници, алевролити, аргилити и въглищни пластове. Дебелината ѝ е около 260 m; Дръмшанска (долната част на вестфал А) - Изградена от пясъчници, алевролити и аргилити с дебелина около 200 m; Свогенска (вестфал А) - Дебелината ѝ достига 510 m. В състава ѝ участват предимно конгломерати и пясъчници, малко алевролити, аргилити и въглищни пластове; Беровдолска (вестфал АВ) - Изградена е от пясъчници, алевролити, аргилити, въглищни аргилити и въглищни пластове. Дебелината ѝ е около 220 m; Чибавска (неподелен вестфал) - Включва конгломерати, пясъчници, алевролити, аргилити и въглищни пластове с обща дебелина 250 m. Русанов, Попов (1987), Русанов и др. (1997) запазват в същите граници Царичинската и Чибавската свити, обособяват Дръмшанската свита като втора по ред в по-ниските нива на намюр А и въвеждат нова - Дреновска свита с възраст намюр С - вестфал В. Тя обхваща седиментите, включени от втората до петата свита на Тенчов (1966). Русанов и др. (1997) отделят в Дреновската свита три члена, а в Чибавската - още един (Радовоглавски). Свогенският

басейн попада в рамките на Свогенския синклинорий с посока изток-запад. Установени са множество антклинали и синклинали, които полягат на юг. По данни на Тенчов (1966), Тенцов (1977) и Русанов и др. (1997) се наблюдава силно разломяване на басейна в две сиситеми: североизток-югозападна и северозапад-югоизточна.

Петрографски изследвания на свогенските антрацити са изложени в работите на редица автори (Костантинова, 1962; Пешева, 1971; Майхерчик, 1975). Целта на настоящата работа е въз основа на петрографския и химичен състав на въглищата да се определят индексите на въглищния фацис и чрез тях – типа на торфеното блато, типа на подхранването и условията на торфонатрупване по време на торфогенезата.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Изследвани са 20 аншлиф-брикети от въглища от V и VII пласт. За определяне на петрографския състав и показателя на отражение са използвани микроскоп “Leica” за отразена светлина ( $\lambda=546$  nm), флуорисцентна светлина и компютърна програма “Leica mpv\_meas”. Наблюденията са извършени в маслена имерсия с обективи 50x/0.85 и 100x/0.25. За определяне на процентното съдържание на минерали и мацерали е използвано автоматично устройство “Prior-G”. Показателят на отражение на витринита е измерван в 50 точки от всяка проба. Използван е галий-гадолиний-гранатов еталон с отражение 1,699% за стандарт при определяне на показателя на отражение на витринита. Химичният състав на пепелта е определен чрез ICP анализ.

## РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

Средният показател на отражение на витринита в изследваните проби е определен на  $R_o=4,89\%$ , ( $R_{min}=4,50\%$  и  $R_{max}=5,64\%$ ) при стандартно отклонение  $\pm 0,2756$ . Според така измерения показател на отражение на витринита въглищата се определят като антрацити до суперантрацити.

### Петрографски състав на въглищата.

*Група Витринит.* Субмацералът телинит 1 е със съдържание 10,4% (10,30% на органична маса), а субмацералът телоколинит е преобладаващ – 81,02% (81,32% на органична маса). Третият наблюдаван мацерал е витродетринитът с количество 7,68% на органична маса.

*Група Инертинит.* Установени са мацералите фузинит и инертдетринит само в отделни проби и със съдържание под 1%.

Липоидни мацерали не са наблюдавани.

*Минерали.* В пробите са наблюдавани евхедрален, фрамбоидален и масивен пирит общо 1%, глинести минерали (1,74%) и калцит (0,29%).

### Индекси на въглищния фацис.

Въз основа на петрографския състав на въглищата са изчислени индекси на въглищния фацис. За тази цел са използвани процентните съдържания на мацералите на обща маса.

*Индекс на грунтовите води* по Calder et al. (1991):

$GWI = \text{гелоколинит} + \text{корпоколинит} + \text{минерално вещество} / \text{телинит} + \text{телоколинит} + \text{десмоколинит} = 0,02$

*Индекс на растителността* по Calder et al. (1991):

$VI = \text{телинит} + \text{телоколинит} + \text{фузинит} + \text{семифузинит} + \text{суберинит} + \text{резинит} / \text{десмоколинит} + \text{инертдетринит} + \text{алгинит} + \text{липдетринит} + \text{с поринит} + \text{кутинит} = 12,06$

Според тези два индекса се определя типа на торфеното блато като лимнично омбротрофно горско блато. Calder et al. (1991) определят условията в блатото, които се характеризират с по-слабо грунтово подхранване, ниски стойности на рН, по-голяма степен на запазеност на растителните тъкани (теленит/телоколинит), по-малка стойност на отношението количество на биомасата за единица време, по-малко количество на сярата.

*Индекс на запазване на тъканите* по Diessel (1992):

$TPI = \text{телинит} + \text{телоколинит} + \text{семипирофузинит} + \text{фузинит} + \text{рот телинит} + \text{филотелинит} / \text{десмоколинит} + \text{макринит} + \text{инертдетринит} = 92,46$

*Гелификационен индекс* по Diessel (1992):

$GI = \text{витринит} + \text{макринит} / \text{семифузинит} + \text{фузинит} + \text{инертдетринит} = 97,97$

Според тези два индекса Diessel (1992) определя блатото като гористо торфище. Възможни са два типа според конкретните условия: (1) В гористи торфища

(телматични блата), когато са с относително високо пепелно съдържание и/или прослоени с епикластични скални прослойки. (2) В гористи продължително влажни блата, когато са с ниско пепелно съдържание. Хумификацията на растителните останки е средна, а гелификацията – силна. В конкретния случай се касае за втория тип поради сравнително ниското пепелно съдържание и малкото количество на инертинита. Този тип добре кореспондира с определения по Calder et al. (1991) лимничен характер на блатото.

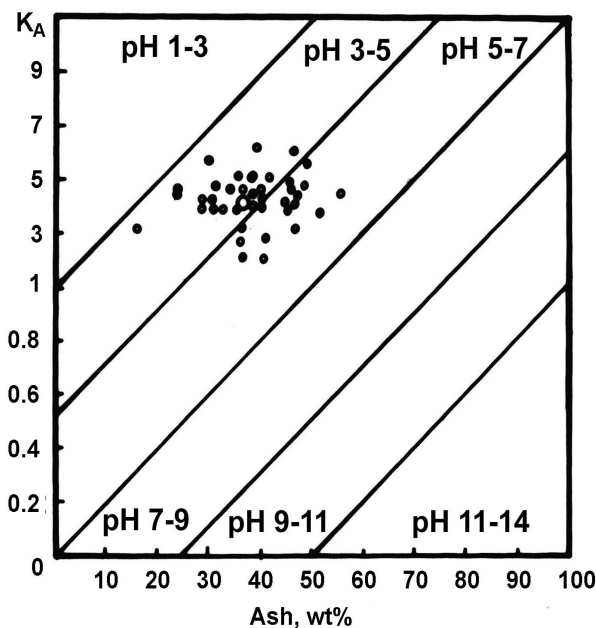
*Силицевоалуминиев (SAL) фактор* по Diessel (1992):

$SAL = SiO_2 \times 100 / (SiO_2 + Al_2O_3)$

Изчислен е SAL фактор със стойност 68,7, който предполага торфено блато от типа блато с ограничена горска растителност (Diessel, 1992).

### Киселинност на средата (рН).

Киселинността на средата в древното торфено блато е определена чрез химичния състав на въглищната пепел на диаграмата на киселинността по Кортенски (1986). Установява се, че пробите попадат в интервал на диаграмата, който характеризира киселинност от 3,5 до 6,2. Болшинството от пробите са съсредоточени в интервала на рН от 4 до 6, а средната стойност на рН е определена на 4,8. Така установената киселинност предполага добра запазеност на растителната структура, като добре кореспондира с установения TPI и с данните на Calder et al. (1991) за ниски стойности на рН.



Фигура 1. Диаграма на киселинността на средата в древното торфено блато (по Кортенски, 1986)  
KA – коефициент на киселинност;  
 $KA = (SiO_2 + Al_2O_3 + SO_3 + P_2O_5) / (CaO + MgO + Fe_2O_3 + K_2O + Na_2O + MnO + TiO_2)$ ;  
1 – проба от въглищния пласт; 2 – осреднена проба.

### Индекс на подхранване (SI).

За определянето му е използван химичният състав на въглищната пепел.

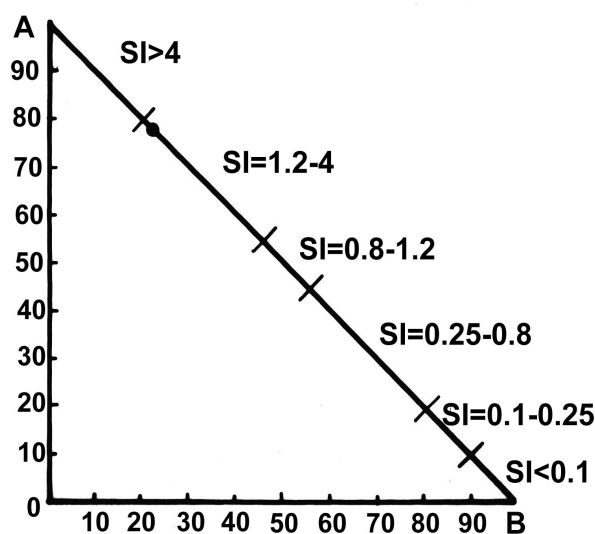
$SI = SiO_2 + Al_2O_3 + TiO_2$

$\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{SO}_3+\text{MnO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{P}_2\text{O}_5$   
 $\text{SI}=3.7$

Отделят се 6 типа на подхранване според индекса на подхранване.

- **SI под 0,1.** Характерен е за морски фацис. Скалите от бреговата ивица са предимно карбонатни по състав. Подхранването е предимно грунтово, при участие и на повърхностно подхранване с теригенен материал. Възможно е присъствието на теригенни карбонати и епигенетична минерализация във въглищата. Сумата  $\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2$  е до 10%. При отсъствие на епигенетична кварцова минерализация наличието на  $\text{SiO}_2$  може да е резултат на минимално постъпление на теригенен материал.
- **SI от 0,1 до 0,25.** Характерен е морски или обогатен на калций фацис. Сумата  $\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2$  е от 10 до 20%. В състава на бреговата ивица участват различни скали, но магмените скали са с ограничено разпространение. Рязко преобладава грунтовото подхранване, при участие на повърхностно подхранване с теригенен материал. Част от теригения материал може да постъпи в резултат на морска трансгресия. При наличие на епигенетична кварцова минерализация (част от  $\text{SiO}_2$ ) е възможно повърхностното подхранване да е много слабо. Присъствието на епигенетични карбонати и сулфиди може да означава, че постъплението на теригенен материал е сравнително голямо, тъй като част от  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{SO}_3$  се дължи на тази минерализация.
- **SI от 0,25 до 0,8.** Характеризира се със смесено подхранване, но преобладава грунтовото. Сумата  $\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2$  е от 20 до 45% и е резултат от постъпление на теригенен материал с повърхностни води. Бреговата ивица е изградена от различни по състав скали. При отсъствие на карбонатни скали е вероятно или много активно грунтово подхранване (при ниско пепелно съдържание на въглищата) или морска трансгресия (при високо пепелно съдържание). Присъствие във въглищата на епигенетична кварцова минерализация може да бъде причина за повишаване на съдържанието на  $\text{SiO}_2$ , което би означавало, че повърхностното подхранване е още по-слабо. Обратното – преобладаваща епигенетична карбонатна и/или сулфидна минерализация във въглищата би означавало, че грунтовото подхранване не е толкова активно. Торфеното блато е паралично, лимнично-паралично, лимнично, или с обогатен на калций фацис.
- **SI от 0,8 до 1,2.** Подхранване е смесено като грунтовото подхранване и подхранването с теригенен материал са съизмерими. Бреговата ивица е изградена от различни по състав скали. При отсъствие на карбонатни скали е възможно торфеното блато да е било подложено на морска трансгресия. Присъствието във въглищата на епигенетична кварцова минерализация би означавала по-високо грунтово подхранване, а карбонатна и/или сулфидна – по-голямо постъпление на теригенен материал. Торфеното блато е паралично-лимнично, лимнично или с обогатен на калций фацис.

- **SI от 1,2 до 4.** Преобладава подхранване с теригенен материал чрез повърхностни води, грунтовото подхранване е слабо до незначително. Сумата  $\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{SO}_3+\text{MnO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{P}_2\text{O}_5$  е от 20 до 45% и е резултат предимно от грунтово подхранване, като част от тези елементи могат да постъпват с теригения материал. Възможно е в бреговата ивица да присъстват и карбонатни скали, а ако такива не се установяват, то е възможно торфеното блато да е подлагано на въздействието на морска трансгресия. Епигенетична кварцова минерализация би означавала, че грунтовото подхранване не е толкова слабо. Присъствието на епигенетична карбонатна и/или сулфидна минерализация би била причина за повишаване количеството на  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{SO}_3$  и е белег за по-слабо грунтово подхранване. Торфеното блато е лимнично, възможно и паралично-лимнично.



Фигура 2. Диаграма за определяне на индекс на подхранване (SI) на торфеното блато. Точката на диаграмата е стойността на SI за изследваните въглища.

$$A = \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2, \%$$

$$B = \text{CaO} + \text{MgO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_3 + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{MnO} + \text{P}_2\text{O}_5, \%$$

- **SI над 4.** Подхранването е изключително от повърхностни води, които носят теригенен материал. Сумата  $\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{SO}_3+\text{MnO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{P}_2\text{O}_5$  е до 20%, но е резултат предимно от участието на тези елементи в състава на магмени скали от бреговата ивица на торфеното блато. При отсъствие в състава на бреговата ивица на скали с карбонатен състав (варовици, доломити, мрамори и др.) или при наличие на епигенетична кварцова минерализация на въглищата е възможно слабо грунтово подхранване (въглищата са нископепелни). Торфеното блато е водоразделно или лимнично.

Изчисленият индекс на подхранване със стойност 3,7 определя преобладаващо подхранване на торфеното блато с теригенен материал, като карбонатните скали в бреговата ивица почти напълно отсъстват. Торфеното блато е лимнично. Този извод се обвързва и с определената по-горе киселинност на средата. Стойност на pH от 4,8 предполага ограничено грунтово подхранване,

относително добра запазеност на растителните тъкани. Всичко това добре кореспондира с получените резултати за GWI и GI по Calder et al. (1991). Химичният анализ показва ниско съдържание на S (1,4%), за което привежда данни и Calder et al. (1991). Полученият резултат за SI се обвързва и с данните на Diessel (1991) за по-слаба гелификация.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При направените изследвания се установява, че във въглищата рязко преобладава телоколинитът, следван от телинит и витродетринит. Във въглищната пепел са високи съдържанията на SiO<sub>2</sub> и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Определени са киселинност на средата в интервала от 3,5 до 6,2 (средно 4,8), SAL фактор - 68,7, GWI = 0,02, VI = 12,06, TPI = 92,46 и GI = 97,97. Данните от химичните анализи са използвани за изчисляване на Индекс на подхранване (SI), който определя вида на подхранване и типа на faciеса. Стойността на SI е 3,7.

Обобщените данни от определените индекси, петрографския и химичин състав определят торфеното блато, в което се отлагал растителния материал за образуването на V и VII пласт от Свогенския басейн като лимнично с предимно горска растителност и преобладаващ омбротрофен характер. Обстановката по време на торфогенезата се характеризира с обводненост на торфеното блато (вероятни ниски стойности на Eh), pH на средата от 3,5 до 6,2, относително слаба хумификация, голямо постъпление на теригенен материал, ограничено грунтово подхранване при много ограничено присъствие на карбонатни скали в древната брегова ивица. Растителните тъкани са сравнително добре запазени, а във въглищата съдържанието на гелифицирани мацерали е изключително високо, при незначително присъствие на инертинитовите.

## ЛИТЕРАТУРА

Константинова, В. 1962. Анизотропният ефект на въглищата от Своге и Берковица в светлината на метаморфизма. – *Сп. Бълг. геол. д-во*, 23, 3, 245-256.  
Кортенски, И. 1986. Определяне на минералите във въглищата от Софийския басейн чрез резултатите от силикатния анализ. – *Год. Висш минно-геол. инст.*, 32, 2, 179-191.

Майхерчик, А. 1975. Петрологична характеристика на IV и VII пласт от Свогенския басейн. – *Нефт. и въгл. геол.*, 3, 45-52.  
Пешева, П. 1971. Петрографски състав на въглищата от участъците “Чибаовци” и “Томпсън” – Свогенски басейн. – *Въглища*, 3, 32-36.  
Русанов, И., А. Попов. 1987. Структурно и стратиграфско положение на горнокарбонските въгленосни седименти в участъка “Чибаовци-Дръмша” от Свогенския антрацитен басейн. – *Сп. Бълг. геол. д-во*, 48, 3, 34-48.  
Русанов, И., А. Попов и К. Попова. 1997. Дреновската свита и Радовоглавския член на Чибаовската свита - нови литостратиграфски единици за горния карбон от Свогенския въглищен басейн. – *Сп. Бълг. геол. д-во*, 58, 3, 167-177.  
Тенчов, Я. 1961. Стратиграфски бележки за горния карбон от ядката на Свогенската антиклинала. – *Тр. Геол. Бълг., сер. стратигр. и тект.*, 2, 75-98.  
Тенчов, Я. 1966. Литостратиграфия и строеж на Свогенския карбон. – *Изв. Геол. инст.*, 15, 243-268.  
Шишков, Г. 1988. *Теоретични основи на биохимичната въглефикация*. С., Унив. изд. “Кл. Охридски”, 181 с.  
Шишков, Г., М. Кехайова, С. Стойкова. 1985. *Въглища и въглищни басейни в България*. С., СУ “Кл. Охридски”, 163 с.  
Штах, Э., М. Т. Маковски, М. Тейхмюллер, Г. Тейлор, Д. Чандра, Р. Тейхмюллер. 1978. *Петрология углей*. М., Мир, 554 с.  
Stach, E., M.-Th. Makovski, M. Taichmüller, G. H. Taylor, G. H. Chandra, R. Taichmüller. 1982. *Stach's Textbook of Coal Petrology*. 3rd Ed., Gebr. Borntraeger, Berlin-Stuttgart, 535 p.  
Taylor, G. H., M. Teichmüller, A. Davis, C. F. K. Diessel, K. Littke, P. Robert. 1998. *Organic Petrology*. Gebrüder Borntraeger, Berlin-Stuttgart, 704 p.  
Tencov, J. 1976. Composition peculiarities of the Carboniferous Flora of the Svoge basin, West Bulgaria. – *Geol. Balcanica*, 1, 3-11.  
Tencov, Y. 1977. *Flora und Biostratigraphie des Oberkarbons im Svoge-Becken (VR Bulgarien)*. Acad. Verlag, Berlin, 168 p.  
Tencov, J. 1982. Explanatory notes to lithotectonic profiles of Variscan Molasse in Bulgaria. – In: *Tectonic Regime of Molasse*. Potsdam, 347-359.  
Tenchov, J., S. Janev. 1979. Variscan movements and molasse in Bulgaria. – *Physik Erde*, 58, 177-196.

Препоръчана за публикуване от  
катедра “Геология и проучване на полезни изкопаеми”, ГПФ

# DETERMINATION OF THE INDICES OF THE COAL FACIES IN THE SVOGE ANTHRACITE BASIN, BULGARIA

Jordan Kortenski

University of Mining and Geology  
"St. Ivan Rilski"  
Sofia 1700, Bulgaria  
E-mail: jordan\_kortenski@hotmail.com

Anton Sotirov

Istitut für Geowissenschaften  
Montanuniversität, A-8700  
Leoben, Austria  
E-mail: sotirov\_anton@hotmail.com

## ABSTRACT

Thirty samples from V and VII coal seam were studied. The maceral, mineral and chemical composition of the coal ash were established. The indices of the coal facies were determined. Groundwater Influence Index (GWI) was 0.02 and Vegetation Index (VI) was 92.46. This had been determined the ancient peat bog as "ombrotrophic bog forest". According Tissue Preservation Index (TPI) (92.46) and Gelification Index (GI) (97.97) the coal seams of the Svoге anthracite basin had been originated in a forested peatland. The SAL factor (68.7) was determined the bog also as fen with forest vegetation. The environmental acidity was determined on the diagram of the acidity. The pH value was from 3.5 to 6.2 (average 4.8). The Supply Index (SI) was determined. The supply of the peat bog was prevailing clastic according SI=3.7 and peatdeposit was realized in the limnic bog. Only three macerals from the Vitrinite group and two macerals from the Inertinite group were established in the coal. On the basis of the Vitrinite reflectance, the coal was determined as "Anthracite and Meta-Anthracite".

*Key words: anthracite, indices, macerals, chemical composition, type of the peat bog, environment conditions, Svoге basin.*

## INTRODUCTION

The Svoге basin is situated about 30 km North from the city of Sofia. The basement of the coal-bearing sediments is composed of Ordovician, Silurian, Devonian and Lower Carboniferous rocks. Triassic and Quaternary sediments cover the coal-bearing deposits. Six lithostratigraphic formations in the Carboniferous sediments was separated by Тенчов (1962, 1966). The Tsarichinska Formation (Namurian A, B) is composed of conglomerate, sandstone, siltstone, mudstone and thin coal seams (thickness 150-200 m). The Svidnenska Formation (Namurian C) includes alternation of breccia-conglomerate, sandstone, siltstone, mudstone and coal layers, with summary thickness about 260m. The Dramshanska formation (Lower Westphalian A) is composed of sandstone, siltstone and mudstone (thickness about 200 m). The Svoге formation (Westphalian A) (conglomerate, sandstone, siltstone, mudstone and coal) is thick 510 m. The Berovdolska formation (Westphalian AB) is composed of sandstone, siltstone, mudstone, coal shale and coal. Its thickness is 220 m. The Chibaovska formation (unspecified Westphalian) contains conglomerate, sandstone, siltstone, mudstone and coal seam with summary thickness 250m. Русанов, Попов (1987), Русанов и др. (1997) determine the same boundaries of the Tsarichinska and Chibaovska formations. These authors are defined the Dramshanska formation as a second formation in the low Namurian A sediments. Русанов, Попов (1987) are separated a new formation (Drenovska formation with Namurian C–Westphalian B age), which includes the sediments from the second to the fifth formations determined by Тенчов (1966). Русанов и др. (1997) are separated three members in the Drenovska formation and one more (Radoglavski Member) into the Chibaovska formation. The Svoге basin is located in the Svoге synclinorium with East-West orientation. A number anticlines and synclines with south spreading are established. After Тенчов (1966), Tenchov (1977) and Русанов и др. (1997) are established two systems of faults in the Svoге basin: Northeast-Southwest and Northwest-Southeast. Petrographic investigations of the Svoге anthracite are reported from Константинова (1962), Пешева (1971) and Майхерчик (1975). The main purpose of the study

is to be determined on the basis of the petrographic and chemical composition of the coal, the type of the peat bog, the type of supplying and the environment acidity during the peat genesis.

## MATERIAL AND METHODS

The present study is based on 20 samples from V and VII coal seam of the Svoгер basin. As a first step, the samples were crushed to a maximum grain size of 3 mm. For petrographical investigations, a representative part of the sample was mounted in epoxy resin, ground and polished. At least 400 points were counted on a Leitz microscope using reflected white ( $\lambda=546$  nm) and fluorescent light to provide data for maceral analyses. The oil immersion objectives 50x/0.85 and 100x/0.25 and the automatic counter "Prior-G" were used also. For each sample the relative amounts of maceral groups and their subgroups were calculated. The vitrinite reflectance were measured in fifty points in each sample. Yttrium-alluminium-granat with reflectance 0.899% was used as standard. The chemical composition of the ash is determined through ICP analysis.

## RESULTS AND DISCUSSION

*Average Vitrinite reflectance* was measured  $R_o=4.89\%$ , ( $R_{min}=4.50\%$  and  $R_{max}=5.64\%$ ) with standard deviation  $\pm 0.2756$ . According to the Vitrinite reflectance the coal was determined as "Anthracite" and "Meta-Anthracite A".

## PETROGRAPHIC COMPOSITION

*Vitrinite group.* The submaceral telinite 1 have amount 10.14% (10.30% from the organic matter). The submaceral telocollinite predominate (81.32% from the organic matter). The third observed maceral is Vitrodetrinite with amount 5.51% (7.68% from the organic matter).

*Inertinite group.* Fusinite and inertodetrinite were established in some samples with amount below 1%.

The macerals from the *Liptinite group* were not established because of the very high rank of the coal.

*Minerals.* Euhedral pyrite, framboidal pyrite and massive pyrite (~1%), clay minerals (1.74%) and calcite (0.29%) were observed in the samples.

#### Indices of coal facies.

On the basis of the macerals content, the indices of the coal facies were calculated. For that purpose the maceral contents on the basis of all matter were used.

*Groundwater Influence Index by Calder et al. (1991):*

GWI = gelocollinite+corpocollinite+mineral matter / tellinite+telocollinite+desmocollinite = 0.02

*Vegetation Index by Calder et al. (1991):*

VI = tellinite+telocollinite+fusinite+semipyrofulosinite+suberinite+resinite / desmocollinite+inertodetrinite+alginite+liptodetrinite+sporinite+cutinite = 92.46

According to above-mentioned indices the peat bog was determined as "limnic ombrotrophic forest swamp". Calder et al. (1991) determined the conditions in the peat bog, which are characterized with low ground supplying, low values of the pH, higher degree of tissue preservation (tellinite/telocollinite), lower value of the ratio biological matter/time, lower amount of the sulphur.

*Tissue Preservation Index by Diessel (1992):*

TPI = tellinite+telocollinite+semipyrofulosinite+fusinite+rootletvitrinite+phylovitrinite / desmocollinite+macrinite+inertodetrinite = 92.46

*Gelification Index by Diessel (1992):*

GI = vitrinite+macrinite / semifusinite+fusinite+ inertodetrinite = 97.97

According to the TPI and GI, the peat bog is originated in a "forested peatland". Two types of origin, according to the conditions are possible: 1) in forested peatland (telmatic swamps), when the coal ash is high and/or there are epiclastic bounds. 2) in forested, wet raised bog, when low in ash. The humification is mild and gelification of plant tissues is strong. In present study the peat bog have the second type of origin, because of the low ash and inertinite content. This type of origin corresponds with the determined type (limnic) of the peat bog by Calder et al. (1991).

#### Silica-aluminum (SAL) factor after Diessel (1992):

$SAL = SiO_2 \times 100 / (SiO_2 + Al_2O_3)$

The SAL factor was calculated with value 68.7, which supposes that the peat bog was "fen" with limited forest plants (Diessel, 1992).

#### Acidity of the environment (pH).

The environmental acidity in the ancient peat bog is determined through the chemical composition of the coal ash on the diagram of the acidity after Kortenski (1986). It was

established that the samples are located in the interval of acidity from 3.5 to 6.2. Most of the samples are located in the interval from 4 to 6. The average value of pH is 4.8. The established pH corresponds very well with the already established TPI as suggests well-preserved plant tissue and the data of Calder et al. (1991) for low values of pH.

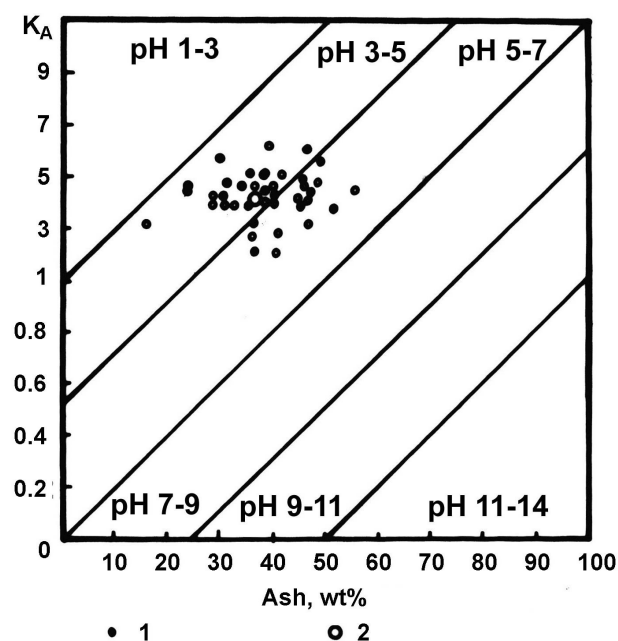


Figure 1. Diagram of environment acidity in the ancient peat bog (after Kortenski, 1985).

KA – coefficient of acidity;

$KA = (SiO_2 + Al_2O_3 + SO_3 + P_2O_5) / (CaO + MgO + Fe_2O_3 + K_2O + Na_2O + MnO + TiO_2)$ ;

1 – sample from the coal seam; 2 – average sample

#### Supplying Index (SI)

This index is determined on the basis of the chemical composition of the coal ash:

$SI = (SiO_2 + Al_2O_3 + TiO_2) / (CaO + MgO + Fe_2O_3 + SO_3 + MnO + K_2O + Na_2O + P_2O_5) = 3.7$

Six type of supplying may be divided, according to the supplying index:

- **SI below 0.1** shows marine facies. The rocks from the coastal zone are mainly carbonates. The ground water supplying is predominated. The surface water supplying with clastic matter from the carbonate rocks is very slight.  $SiO_2 + Al_2O_3 + TiO_2$  is up to 10%. The presence of  $SiO_2$  is a result of the slight surface water supplying, when the epigenetic quartz is not established in the coal.
- **SI from 0.1 to 0.25.** The marine or calcium-rich facies are typical. The groundwater supplying is prevailing with participation of surface water supplying with clastic matter.  $SiO_2 + Al_2O_3 + TiO_2$  is from 10 to 20%. The coastal zone is composed of different rocks. It is possible the marine transgression bring one part of the clastic matter. Possible the surface water supplying is very slight if the epigenetic quartz (a part from  $SiO_2$ ) present. The presence of epigenetic carbonate and pyrite show, that the clastic matter amount is relatively big, because a part from CaO, MgO,  $Fe_2O_3$  and  $SO_3$  is connected with this mineralization.

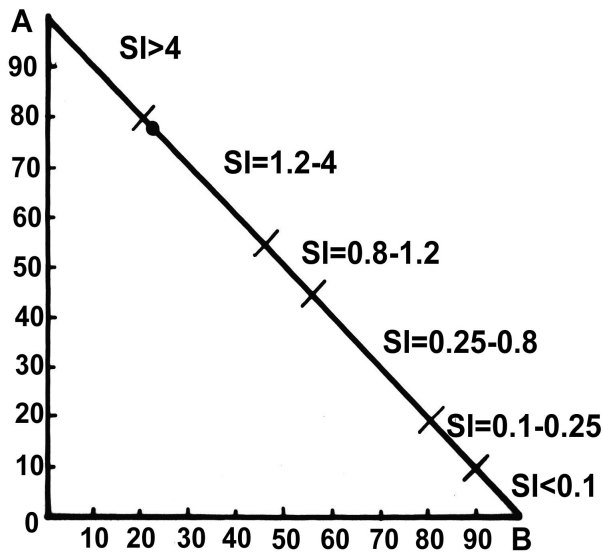


Figure 2. Diagram of the Supplying Index (SI) of the peat bog. The point of the diagram is the SI value in the studied coal.

$$A = \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2, \%$$

$$B = \text{CaO} + \text{MgO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_3 + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{MnO} + \text{P}_2\text{O}_5, \%$$

- **SI from 0.25 to 0.8** is a sign for mixed supplying, but the groundwater is prevailing.  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$  is from 20 to 45% and it is a result of clastic supplying through surface water. The coastal zone is composed of different types of rocks. Very high ground water supplying (low ash content) or marine transgression (high ash content) is possible when the carbonate rocks absence. The surface supplying is low when the high  $\text{SiO}_2$  content as a result from epigenetic quartz mineralization. If the presence of carbonate or/and sulphide epigenetic mineralization in the coal is a reason of the high CaO, MgO,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SO}_3$  and MnO content, ground water supplying is not very high. The peat bog is telmatic, limnic-telmatic, or with Ca-reach facies.
- **SI from 0.8 to 1.2.** The surface supplying is equal to the groundwater supplying. The coastal zone is composed of different type rocks. Very high ground water supplying (low ash content) or marine transgression (high ash content) is possible when the carbonate rocks absence. The presence in the coal of epigenetic quartz mineralization indicate higher ground water supplying and the presence in the coal of epigenetic carbonates and/or sulphides indicate higher surface water supplying. The peat bog is limnic-telmatic or limnic or with Ca-reach facies.
- **SI from 1.2 to 4.** The surface water supplying is prevailing and the groundwater supplying is low and insignificant.  $\text{CaO} + \text{MgO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_3 + \text{MnO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{P}_2\text{O}_5$  is from 20 to 45% and it is a result mainly of groundwater supplying and one part of the elements is transported with the clastic material. Probably some rocks from the coastal zone are carbonates. It is possible marine transgression if the carbonate rocks absence. The presence of the epigenetic quartz mineralization show that the ground water supplying is not so low. The increasing of the CaO, MgO,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  and  $\text{SO}_3$  content is a result of the presence of epigenetic carbonates and/or sulphides and testify to the

ground water supplying is lower. The peat bog is limnic, possible telmatic-limnic.

- **SI more than 4.** The supplying is mainly surface water, which transport clastic material. In the coastal zone  $\text{CaO} + \text{MgO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_3 + \text{MnO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{P}_2\text{O}_5$  is up to 20%, but it is a result of participation of these element in the igneous rocks from the coastal zone of the peat bog. The very low ground water supplying (low ash coal) is possible if the carbonate rocks (limestone, dolomite, marble etc.) in the coastal zone absence or the epigenetic quartz present in the coal. The peat bog is limnic.

The calculated index of supplying with value 3.7 determine prevailing supplying of the peat bog with clastic material as the carbonate rocks from the coastal zone are almost absent. The peat bog is limnic. That conclusion correlates with the determined above acidity of the environment. The value of the pH from 4.8 supposes limited groundwater supplying and relatively well preserved plant tissues. Everything corresponds well with the results for GWI and GI after Calder et al. (1991). The received values for the SI corresponds well with the data of Diessel (1991) for low gelification.

## CONCLUSION

As a result of the present investigations was established that the prevailing maceral is telocollinite, followed by telnet and vitrodetrinite. The coal ash is reach of  $\text{SiO}_2$  and  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . The acidity of the environment is from 3.5 to 6.2 (average 4.8), SAL factor = 68.7, GWI = 0.02, VI = 12.06, TPI = 92.46 and GI = 97.97. The chemical data was used for the calculations of the supplying index (SI), which determines the type of supplying and the facies. The value of the SI=3.7.

Summary data of indices, petrography and chemical composition of the coal determine type of the peat bog, where the plant tissues created the coal seams number V and VII of the Svoje basin, as limnic with prevailing forest plants and prevailing ombrotrophic character. The environment at the time of pet-genesis is characterize by wetness of the peat bog (probably low values of the Eh), pH of the environment from 3.5 to 6.2, relatively low humification, high penetrating of the clastic material, limited groundwater supplying with limited presentation of carbonate rocks in the ancient coastal zone. The plant tissues are well preserved, but the Vitrinite macerals are prevailing and the Inertinite macerals are insignificant.

## REFERENCES

- Константинова, В. 1962. Анизотропният ефект на въглицата от Свое и Берковица в светлината на метаморфизма. – Сп. Бълг. геол. д-во, 23, 3, 245-256.
- Кортенски, Й. 1986. Определяне на минералите във въглицата от Софийския басейн чрез резултатите от силикатния анализ. - Год. Висш минно-геол. инст., 32, 2, 179-191.
- Майхерчик, А. 1975. Петрологична характеристика на IV и VII пласт от Свогенския басейн. – Нефт. и въгл. Геол., 3, 45-52.

- Пешева, П. Петрографски състав на въглищата от участъците "Чибаовци" и "Томпсън" – Свогенски басейн. – Въглища, 3, 32-36.
- Русанов, И. и А. Попов. 1987. Структурно и стратиграфско положение на горнокарбонските въгленосни седименти в участъка "Чибаовци-Дръмша" от Свогенския антрацитен басейн. - Сп. Бълг. геол. д-во, 48, 3, 34-48.
- Русанов, И., А. Попов и К. Попова. 1997. Дреновската свита и Радовоглавския член на Чибаовската свита - нови литостратиграфски единици за горния карбон от Свогенския въглищен басейн. - Сп. Бълг. геол. д-во, 58, 3, 167-177.
- Тенчов, Я. 1961. Стратиграфски бележки за горния карбон от ядката на Свогенската антиклинала. - Тр. Геол. Бълг., сер. стратигр. и тект., 2, 75-98.
- Тенчов, Я. 1966. Литостратиграфия и строеж на Свогенския карбон. - Изв. Геол. инст., 15, 243-268.
- Шишков, Г. 1988. Теоретични основи на биохимичната въглефикация. С., Унив. и-во "Кл. Охридски", 181 с.
- Шишков, Г., М. Кехайова, С. Стойкова. 1985. Въглища и въглищни басейни в България. С., СУ "Кл. Охридски", 163 с.
- Штах, Э., М.Т. Маковски, М.Тейхмюллер, Г. Тейлор, Д. Чандра, Р.Тейхмюллер. 1978. Петрология углей. М., Мир, 554 с.
- Stach, E., M-Th. Makovski, M. Taichmüller, G.H. Taylor, G.H. Chandra, R. Taichmüller. 1982. Stach's Textbook of Coal Petrology. 3 rd Edn., Gebr. Borntraeger, Berlin-Stuttgart. 535 pp.
- Taylor, G.H., M. Teichmüller, A. Davis, C.F.K. Diessel, K. Littke, P. Robert. 1998. Organic Petrology. Gebrüder Borntraeger, Berlin-Stuttgart, 704 pp.
- Tencov, J. 1976. Composition peculiarities of the Carboniferous Flora of the Svoege basin, West Bulgaria. - Geol. Balcanica, 1, 3-11.
- Tencov, Y. 1977. Flora und Biostratigraphie des Oberkarbons im Svoege-Becken (VR Bulgarien). Acad. Verlag, Berlin, 168 pp.
- Tencov, J. 1982. Explanatory notes to lithotectonic profiles of Variscan Molasse in Bulgaria. In: Tectonic regime of Molasse. Potsdam, 347-359.
- Tenchov, J., S. Janev. 1979. Variscan movements and molasse in Bulgaria. - Physik Erde, 58, 177-196.