



**Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип, Македонија  
Факултет за природни и технички науки**

**University „Goce Delcev“, Stip, Macedonia  
Faculty of Natural and Technical Sciences**

UDC: 622:55:574:658

ISSN: 185-6966

# **Природни ресурси и технологии Natural resources and technology**

Број 8  
No 8

Година VIII  
Volume VIII

Ноември 2014  
November 2104

**УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” – ШТИП  
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ**

---

UDC 622:55:574:658

ISSN 185-6966



**Природни ресурси и технологии  
Natural resources and technology**

**ноември 2014  
november 2014**

**ГОДИНА 8  
БРОЈ 8**

**VOLUME VIII  
NO 8**

---

**UNIVERSITY “GOCE DELCEV” – STIP  
FACULTY OF NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES**

## ПРИРОДНИ РЕСУРСИ И ТЕХНОЛОГИИ NATURAL RESOURCES AND TECHNOLOGY

### За издавачот:

Проф. д-р Зоран Панов

#### Издавачки совет

Проф. д-р Саша Митрев  
Проф. д-р Зоран Панов  
Проф. д-р Борис Крстев  
Проф. д-р Мирјана Голомеова  
Проф. д-р Благој Голомеов  
Проф. д-р Зоран Десподов  
Проф. д-р Дејан Миравовски  
Проф. д-р Кимет Фетаху  
Проф. д-р Ѓорѓи Радулов

#### Editorial board

Prof. Saša Mitrev, Ph.D  
Prof. Zoran Panov, Ph.D  
Prof. Boris Krstev, Ph.D  
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D  
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D  
Prof. Zoran Despodov, Ph.D  
Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D  
Prof. Kimet Fetahu, Ph.D  
Prof. Gorgi Radulov, Ph.D

#### Редакциски одбор

Проф. д-р Зоран Панов  
Проф. д-р Борис Крстев  
Проф. д-р Мирјана Голомеова  
Проф. д-р Благој Голомеов  
Проф. д-р Зоран Десподов  
Проф. д-р Дејан Миравовски

#### Editorial staff

Prof. Zoran Panov, Ph.D  
Prof. Boris Krstev, Ph.D  
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D  
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D  
Prof. Zoran Despodov, Ph.D  
Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D

#### Главен и одговорен уредник

Проф. д-р Мирјана Голомеова

#### Managing & Editor in chief

Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D

#### Јазично уредување

Даница Гавриловска-Атанасовска  
(македонски јазик)

#### Language editor

Danica Gavrilovska-Atanasovska  
(macedonian language)

#### Техничко уредување

Славе Димитров  
Благој Михов

#### Technical editor

Slave Dimitrov  
Blagoj Mihov

#### Редакција и администрација

Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип  
Факултет за природни и технички науки  
ул. „Гоце Делчев“ 89, Штип  
Р. Македонија

#### Address of the editorial office

Goce Delcev University - Stip  
Faculty of Natural and Technical Sciences  
Goce Delcev 89, Stip  
R. Macedonia

## СОДРЖИНА

<b>Николинка Донева, Марија Хаџи Николова, Стојанче Мијалковски, Горан Сирачевски</b> КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА НА ТЕХНОЛОГИИТЕ ЗА ИЗРАБОТКА НА УСКОПИ ВО РУДНИЦИТЕ ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА .....	5
<b>Стојанче Мијалковски, Зоран Десподов, Дејан Мираковски, Марија Хаџи-Николова, Николинка Донева</b> МЕТОДОЛОГИЈА ЗА ИЗРАБОТКА НА ЕКОНОМСКА ОЦЕНКА ЗА УТВРДУВАЊЕ НА ОПРАВДАНОСТА ЗА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА РУДНО НАОЃАЛИШТЕ.....	19
<b>Ванчо Аџиски</b> МОЖНОСТИ ЗА СИМУЛИРАЊЕ НА ЕФЕКТОТ НА РЕВЕРСИРАЊЕ НА ЧАДОТ И ПОЖАРНИТЕ ПРОДУКТИ СО ПОМОШ НА CFD СОФТВЕР ВО РУДНИЦИТЕ ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА .....	31
<b>Тена Шијакова-Иванова, Блажо Боев</b> МИНЕРАЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА РУТИЛОТ ОД БОНЧЕ, РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА .....	43
<b>Тена Шијакова-Иванова, Војо Мирчовски</b> МИНЕРАЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА АМАЗОНИТОТ ОД ЧАНИШТЕ, РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА .....	51
<b>О. Спасовски, Д. Спасовски</b> ФИЗИЧКО-МЕХАНИЧКИ И МИНЕРАЛОШКО- ПЕТРОГРАФСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА БАЗАЛТИТЕ ОД ЛОКАЛИТЕТОТ ЕЖЕВО БРДО, ИСТОЧНА МАКЕДОНИЈА .....	59
<b>Војо Мирчовски, Тена Шијакова Иванова, Ѓорги Димов</b> ХИДРОГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА НА МИНЕРАЛНА ВОДА И ГАС СО <sub>2</sub> ВО СЕЛО РИБАРЦИ, ОПШТИНА НОВАЦИ, РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА .....	71

<b>Виолета Стојанова, Гоше Петров, Виолета Стефанова</b> ПРИМЕНА НА ФОРАМИНИФЕРИТЕ ЗА ДЕФИНИРАЊЕ НА УСЛОВИТЕ НА ЖИВОТНАТА СРЕДИНА.....	83
<b>Шабан Јакупи, Мирјана Голомеова,</b> <b>Афродита Зенделска</b> ВЛИЈАНИЕТО НА ТЕМПЕРАТУРАТА ВРЗ ОСТАНУВАЊЕТО НА ЈОНИ НА СО И NI ОД ВОДЕНИ РАСТВОРИ СО КЛИНОПТИЛОЛИТ .....	95
<b>Валентина Кашуба</b> СОСТОЈБИ СО ОТПАДНИТЕ БАТЕРИИ ВО Р. МАКЕДОНИЈА .....	105
<b>Петар Намичев, Екатерина Намичева</b> ТРАДИЦИОНАЛНИТЕ ВРЕДНОСТИ НА СОКАКОТ КАКО УРБАН ЕЛЕМЕНТ НА МАКЕДОНСКИОТ ГРАД ВО 19 ВЕК.....	115
<b>Петар Намичев, Екатерина Намичева</b> ПРОСТОРНИ ОСОБЕНОСТИ НА ТРАДИЦИОНАЛНАТА КУЌА ВО ШТИП ВО 19 И ПОЧЕТОКОТ НА 20 ВЕК.....	127
<b>Васка Сандева, Катерина Деспот</b> ПОТРЕБА ОД ИЛУМИНАЦИЈА ЗА ПРЕДВИДЕНИТЕ ЗАТВОРЕНИ ПРОСТОРИ .....	139
<b>Катерина Деспот, Васка Сандева</b> ДИЗАЈНЕРСКАТА МИСЛА ВО ПОЛЗА НА ЛИЦАТА СО ХЕНДИКЕП .....	151
<b>Владимир Маневски, Марјан Делипетрев</b> ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА ПРИМЕНАТА И ЕФЕКТИВНОСТА НА РЕФРАКЦИСКИТЕ ПРОФИЛИ ДОБИЕНИ ПРЕКУ КОРЕЛАЦИЈА СО ГЕО-МЕХАНИЧКИ ПОДАТОЦИ .....	161



**MINERALOGICAL CHARACTERISTIC OF RUTILE FROM  
BONČE, REPUBLIC OF MACEDONIA****Tena Sijakova-Ivanova,  
Blazo Boev**Faculty of Natural and Technical Science,  
Univerzity Goce Delcev Stip, Republic of Macedonia

tena.ivanova@ugd.edu.mk

**Abstract**

This paper gives mineralogical characteristic of rutile. Several samples of rutile were collected for research by Scanning electron microscopy (SEM), coupled with an energy dispersive X-ray spectrometer (EDS) and X-ray diffraction (XRD). SEM is especially useful because it gives elemental, mineralogical and morphological data at the same time. X-ray diffraction (XRD) is known as the best method for the identification and quantification of minerals. The instrument used was a XRD Shimadzu 6100. Copper radiation was used  $\text{CuK}\alpha = 1.54178\text{\AA}$ , the voltage of the generator 40 kV, and the current was 30 mA.  $2\theta = 2^\circ/\text{min}$ . The most intense registered maxima in the studied powder diagram were compared with the corresponding maxima in the diagram of rutile sample JCPDS card 00 003 112 and 00 021 1276. The comparison has shown that the X-ray powder pattern of the natural rutile taken from the JCPDS card are practically identical with the studied diagram. The results of the X-ray powder pattern and SEM analysis enable straightforward identification of the studied mineral sample as rutile.

**Key words:** *rutile, X-ray diffraction, scanning electron microscope.*

## МИНЕРАЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА РУТИЛОТ ОД БОНЧЕ, РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА

**Тена Шијакова-Иванова<sup>1</sup>,  
Блажо Боев**

Факултет за природни и технички науки,  
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Република Македонија

tena.ivanova@ugd.edu.mk

### **Краток извадок**

Во овој труд се презентирани минералошките карактеристики на рутилот од с. Бонче. Испитувањата се вршени со СЕМ /ЕДС и рендгенска дифракција. СЕМ /ЕДС методата дава истовремено елементарни минералошки и морфолошки карактеристики. Рендгенската дифракција е позната како најдобра метода за идентификација на минералите. Снимањето е извршено со инструмент XRD Schimadzu 6100. Условите на снимање се:  $\text{CuK}\alpha = 1.54178\text{\AA}$ , 40 kV, 30 mA.  $2\theta = 2^\circ/\text{min}$ . Добиените резултати се во потполна согласност со податоците дадени во JCPDS-00 003 112 и JCPDS 00 021 1276. Резултатите добиени со овие две методи дадоа јасна идентификација и потврдија дека испитуваниот примерок од с. Бонче е рутил.

**Клучни зборови:** *рутил, сканинг електронски микроскоп, рендгенска дифракција.*

### **1. Introduction**

Rutile is one of the most important titanium minerals, with the formula  $\text{TiO}_2$ . Rutile is an interesting, varied and important mineral. It is a major ore of titanium, a metal used for high tech allows because of its light weight, high strength and resistance to corrosion Abraham Gottlob Werner created the name rutile [1], which he assigned to a mineral originally known as “red schorl”. The first description of “red schorl” is commonly attributed to [2]. However, [3], as pointed out by [4], already mentioned “red schorl” a few years earlier. [5] used “red schorl” (rutile) for the description of the element titanium, which he named after the Titans of Greek mythology. Notethat William Gregor originally discovered titanium (which he named menackanite) in ilmenite in 1791 [6]

It has tetragonal symmetry. Class  $4/mmm$  ( $4/m\ 2/m\ 2/m$ ) - Ditetragonal Dipyramidal . Unit cell parameters  $a = 4.5937\text{\AA}$ ,  $c = 2.9587\text{\AA}$ ,  $V = 62.43\text{\AA}^3$ .  $Z = 2$



for pure rutile[7]. In the unit cell, each  $Ti^{4+}$  ion is surrounded by six oxygens at the corners of a slightly distorted, regular octahedron. Each oxygen surrounded by three  $Ti^{4+}$  ions is lying in a plane at the corners of an approximately equilateral triangle [8],[9]. Crystal habits include eight sided prisms and blocky crystals terminated by a blunt four sided or complex pyramid. The prisms are composed of two four sided prisms with one of the prisms being dominant. Crystals with some twins forming hexagonal or octahedral circles. Colour is brown, brown-red or black. Streak is greyish black or pale brown. Hardness is 6 - 6½., density 4.23 g/cm<sup>3</sup>. Metallic or adamantine lustre. Crystals are transparent in rather thin crystals otherwise opaque. Distinct cleavage {110}, less distinct {100} and in trace {111}. Fracture is conchoidal to uneven.

Twinning is common in rutile crystals, with a cyclic twin forming that is comprised of six or even eight twins arranged in a circle.

*Optical Properties:* Rutile is opaque and transparent in thin fragments. Color is reddish brown, red, pale yellow, pale blue, violet, rarely grass-green. Optical class is uniaxial (+). Pleochroism is distinct; red, brown, yellow, green. Dispersion and anisotropism are strong.

The occurrence of large specimen crystals of rutile is most common in pegmatites, skarns and granite greisens.

## 2. Results and discussion

In the Republic of Macedonia, beautiful crystals of rutil have been found in Bonce, Sivec, Oreovo and Veselcani. Rutile crystals occur within quartz pegmatite veins crosscutting metamorphic schists. In some cases have been found as large individual crystals reaching 10cm in size elongated along the crystallographic c-axis.. It also can be found as cyclic twinning. Fig 1 shows individual crystal of rutil, while fig.2 shows cyclic twinning of rutile.



**Figure 1. Individual crystal of rutile**

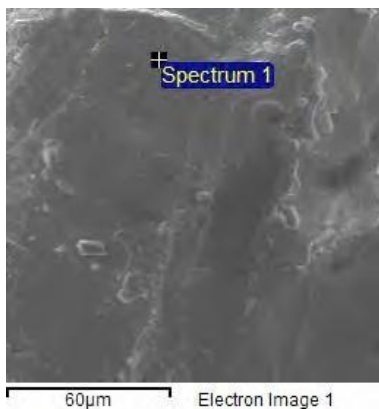
**Слика 1. Индивидуален кристал на рутил**



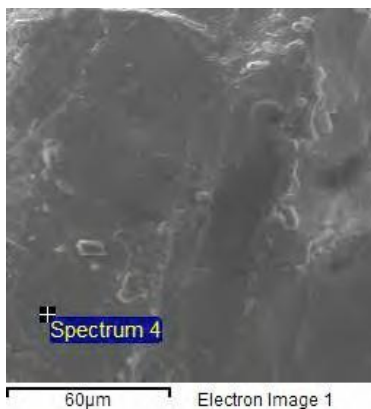
**Figure 2. Cyclic twinning of rutile**

**Слика 2. Циклично близнење кај рутил**

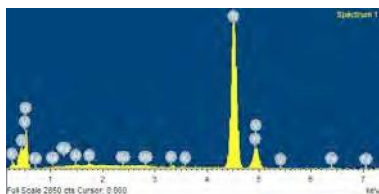
SEM images of rutile are given in fig. 3 and 4. Fig 5 and 6 show EDX spectrum of rutile.



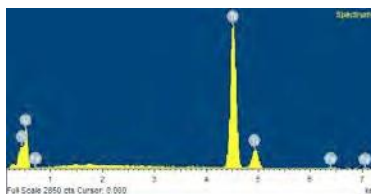
**Figure 3. SEM image of rutile**  
**Слика 3. SEM слика на рутил**



**Figure 4. SEM image of rutile**  
**Слика 4. SEM слика на рутил**



**Figure 5. EDX spectrum of rutile**  
**Слика 5. ЕДХ спектар на рутил**



**Figure 6. EDX spectrum of rutile**  
**Слика 6. ЕДХ спектар на рутил**

**Table 1. Chemistry of rutile**  
**Табела 1. Хемиски состав на рутил**

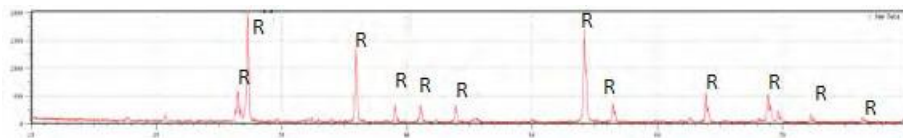
Element	Sample 1		Sample 2	
	Weight%	Atomic%	Weight%	Atomic%
O	50.40	75.18	53.00	77.18
Ti	47.89	23.86	46.36	22.55
Fe	0.65	0.28	0.65	0.27
Na	0.03	0.04		
Mg	0.02	0.02		

Al	0.21	0.19	
Si	0.16	0.14	
K	0.16	0.10	
V	0.42	0.20	
Total	100.00	100.00	

Table 1 shows chemical composition on rutile. Concentration of Ti is 46.36-47.89%, O – 50.40-53%. Sample 1 has small concentration of V, Fe, Si, Mg, Na, K.

Most naturally occurring rutile corresponds to the general formula  $TiO_2$ , with titanium occurring as  $Ti^{4+}$ . Note that titanium also exists in different states of oxidation: besides  $Ti^{4+}$ , there are also  $Ti^{3+}$ ,  $Ti^{2+}$  and  $Ti^0$  [10]. In rutile, there are commonly several possible substitutions for titanium such as  $W^{6+}$ ,  $U^{6+}$ ,  $Nb^{5+}$ ,  $Sb^{5+}$ ,  $Ta^{5+}$ ,  $Zr^{4+}$ ,  $Mo^{4+}$ ,  $Sn^{4+}$ ,  $Hf^{4+}$ ,  $U^{4+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Sc^{3+}$ ,  $V^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Y^{3+}$ ,  $Fe^{2+}$ , and to a lesser degree  $Mg^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  cations [11], [12] Substitution of  $Ti^{4+}$  in the rutile crystal lattice is based on the ionic radius and ionic charge of the substituted cation. For very tiny rutile crystals analysed in thin sections, it is recommended that the Si content is measured in order to identify beam interferences with adjacent silicate minerals [13].

Fig 7 shows x-ray diagram of rutile.



**Figure 7. X-ray diagram of rutile**  
**Слика 7. Рендгенски дифрактограм на рутил**

Results obtained by X-ray investigations show that the investigation minerals is rutile and they are in good agreement with JCPDS cards 00 003 112 and 00 021 1276.

## Conclusion

After summarizing the data collected in this research, we can confirm that the studied mineral sample is rutile. The straightforward identification of the studied mineral sample was enabled by X-ray powder pattern and SEM analysis.

Concentration of Ti is 46.36–47.89%, while O from 50.40 to 53%. Sample 1 has small concentration of V, Fe, Si, Mg, Na, K.

Results obtained by X-ray investigations are in good agreement with JCPDS cards 00 003 112 and 00 021 1276.

Rutile is of economic importance because of its use in the manufacture of white titanium dioxide pigment, which is a major constituent in various products of our daily life.

## References

- Ludwig, C.F., 1803. *Handbuch der Mineralogie nach A. G. Werner*. Vol. 1, Siegfried Lebrecht Crusius, Leipzig, 369 pp.
- Romé de l'Isle, J.B.L. de, 1783. *Cristallographie, ou description des formes propres à tous les corps du règne minéral, dans l'état de combinaison saline, pierreuse, ou métallique*. Paris.
- Von Born, I., 1772. *Lithophylacium Bornianum, Index Fossilium, quae collegit, et in Classes ac Ordines disposuit Ignatius Eques a Born*. Vol. 1, Gerle, Prague, 157 pp.
- Papp, G., 2007. On the type locality of rutile (review of contemporary data about the occurrence of the “Hungarian red schorl”). In: Jancsy, P. (Ed.), *Prvenstvá nerastnejšie Slovenska—The unique minerals of Slovakia*. Slovenské banské múzeum, Banská Štiavnica, pp. 51–55.
- Klaproth, M.H., 1795. *Beiträge zur chemischen Kenntniss der Mineralkörper*, Vol. 1. Decker & Compagnie, Posen. 374 pp.
- Trengove, L., 1972. William Gregor (1761–1817) discoverer of titanium. *Annals of Science* 29, 361–395.
- Baur, W.H., 1956. Über die Verfeinerung der Kristallstrukturbestimmung einiger Vertreter des Rutiletyps: TiO<sub>2</sub>, SnO<sub>2</sub>, GeO<sub>2</sub> und MgF<sub>2</sub>. *Acta Crystallographica* 9, 515–520.
- Deer, W.A., Howie, R.A., Zussman, J., 1992. *An Introduction to Rock-Forming Minerals*, 2nd edition. Longman Group Ltd, Harlow, UK. 712 pp.
- Baur, W.H., 2007. The rutile type and its derivatives. *Crystallography Reviews* 13, 65–113.
- MacChesney, J.N., Muan, A., 1959. Studies in the system iron oxide–titanium oxide. *American Mineralogist* 44, 926–945.
- Guido Meinhold 2010 *Rutile and its applications in earth sciences* Elsevier - *Earth Science Reviews* 102, 1–28

- Urban, A.J., Hoskins, B.F., Grey, I.E., 1992. Characterization of V–Sb–W-bearing rutile from the Hemlo gold deposit, Ontario. *Canadian Mineralogist* 30, 319–326
- Baldwin, J.A., Brown, M., 2008. Age and duration of ultrahigh-temperature metamorphism in the Anapolis–Itaçu Complex, Southern Brasília Belt, central Brazil: constraints from U–Pb geochronology, mineral rare earth element chemistry and trace-element thermometry. *Journal of Metamorphic Geology* 26, 213–233.

