

UDC 553.494 (477)

Kharytonov V.M.

TITANIUM POTENTIAL OF UKRAINE AS A CONSTITUENT OF DEVELOPMENT STRATEGY FOR RAW MATERIAL BASE OF EUROPE

Information on resource base and world reserves of titanium raw material is given. Chemical composition of main ore minerals from some of deposits of Ukraine and Norway is characterized. Data of ilmenite concentrates parameters obtained from raw material taken from placer and primary deposits of several countries-producers of titanium products is analyzed. Leading role of Ukraine resource potential for the development of titanium industry in Europe is shown.

Sustainable development of titanium resource base is being materialized in the world during recent years; it is conditioned by rise in demand of pigmental dioxide of titanium and titaniferous slag (initial material for titanium production). It determines the necessity for production and treatment of complex vanadium-phosphor-titanium ores.

There are more than three hundred commercial titanium deposits in the world. Approximately seventy of them (69% of world reserves of TiO_2) have magmatic origin which means that they are represented by ledge ores. 11,5% of world reserves of TiO_2 refer to hypergene deposits, 19,5% are connected with placers.

Major European deposits of titanium are concentrated in Ukraine and Norway. Minor deposits occur in Italy, Finland, Poland and Russia [1].

Raw material base of Norway titanium is represented by exclusively magmatic formations of the anorthosite province of Rogaland. Its most famous deposit is the Tellnes one. Reserves of TiO_2 in its ilmenite ores amount to 37,0 million tons, the resource base is 60,0 million tons [6]. The deposit is located in the central part of anorthosite massif Ana-Sira situated in southern part of Rogaland province (Fig. 1). Titanium ores are

represented by norites and jotunites (kalifeldspath norites) having average TiO_2 content 12,6 mas.%, P_2O_5 content is 0,4 mas.% [6].

Titanium potential of Ukraine is represented by deposits of three commercial geological types [3, 6, 7, 9].

1. Placer deposits of complex rutile-zircon-ilmenite ores (reserves of ilmenite TiO_2 make up 5,9 million tons, resource base is 13,0 million tons; rutile TiO_2 amounts to 2,5 million tons, the base is 2,5 million tons). These deposits are being exploited (Fig. 2).

2. Magmatic deposits of complex apatite-ilmenite, apatite-titanium-magnetite, apatite-ilmenite-titanium-magnetite ores in basites and hyperbasites (gabbro, gabbro-norites, pyroxenites, peridotites) – reserves of TiO_2 , that is connected with ilmenite+titanium-magnetite, amount to 39,5 million tons, the base is 77,9 million tons.

3. Hypergene deposits, the crust of weathering of magmatic titanium-containing rocks (reserves of ilmenite TiO_2 make up 130,1 million tons).

Thus, the biggest outlooks for titanium sector development in Europe should be connected with magmatic (primary) deposits of Ukraine. Their occur in Zhytomyr and Cherkasy oblasts (Korostenskyi and Korsun-Novomyrgorodskyi

plutons). There are three mineral varieties of ores from these deposits, they are [2]:

1) apatite-titanium-magnetite-ilmenite one (Fedorivske, Paromivske, Torchynske and other deposits);

2) apatite-ilmenite (Stremygorodske, Davyd-kivske, Vydyborzke, Nosachivske and other de-

posits as well as Penizevitskyi mineral occurrence);

3) apatite-ilmenite-titanium-magnetite-ulvospinel (Kropyvnyanske deposit).

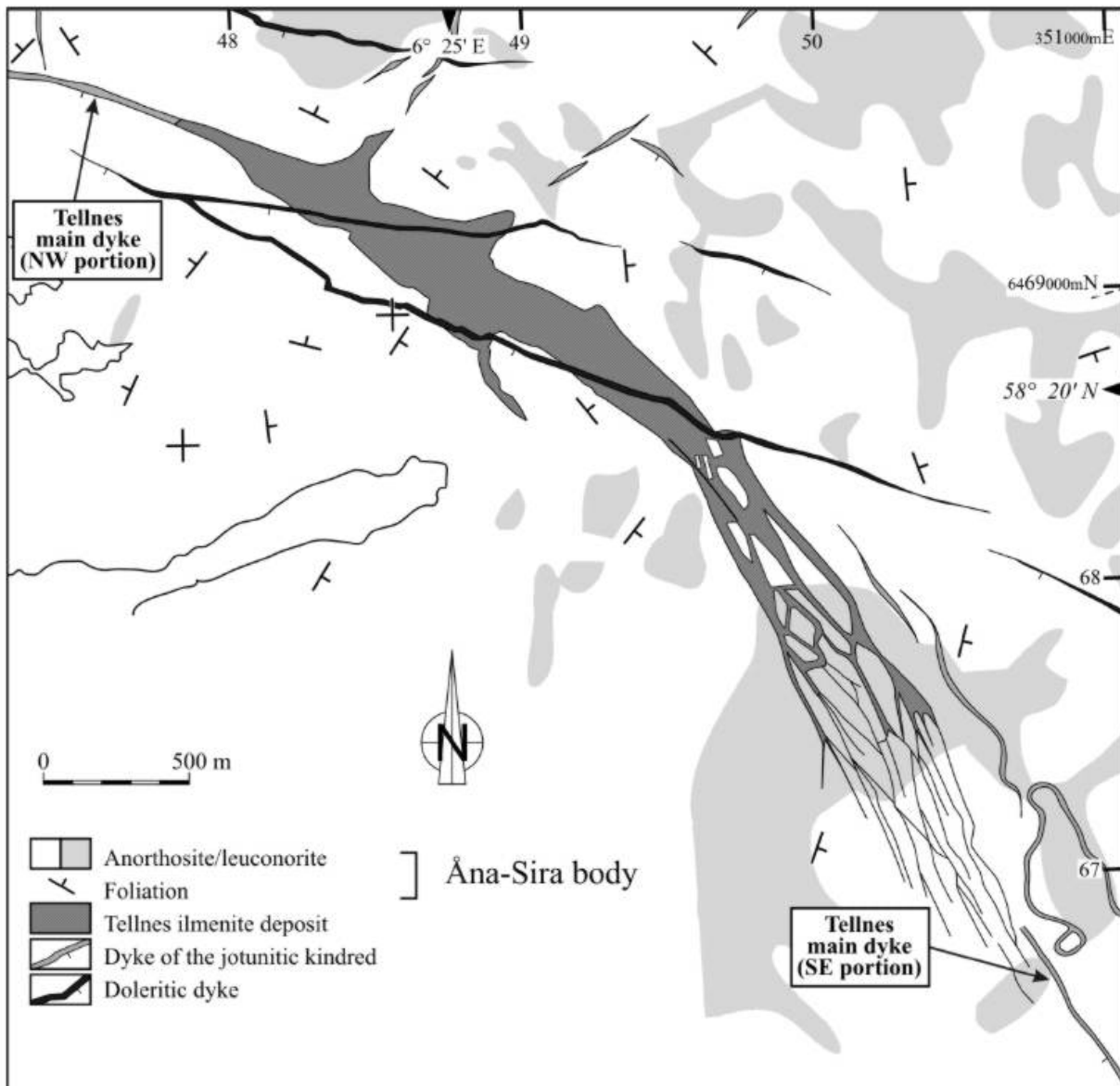


Fig. 1. Schematic geological map of Tellnes ilmenite deposit [8].

Ore bodies of Fedorivske deposit of primary apatite-titanium-magnetite-ilmenite ores are rep-

resented by gabbro and gabbro-peridotites. Average content of TiO_2 makes up 7,5 mas.%, that of

P_2O_5 is 3,8 mas.%. Ore containing rocks of Stremygorodske deposit are peridotites, troctolites, olivine gabbro, gabbro-monzonites, gabbro-pegmatites. They are all mineral-technological varieties of primary apatite-ilmenite ores. Their average content of TiO_2 is 6,1 mas.%, that of P_2O_5 is 2,4 mas.%. Nosachivske is the most promising

deposit of apatite-ilmenite ores within Korsun-Novomyrgorodskyi pluton. It is composed of gabbro-norites, gabbro-anorthosites and anorthosites. Average content of TiO_2 in ores makes up 21,9 mas.%, P_2O_5 is 1,0 mas.% [4].

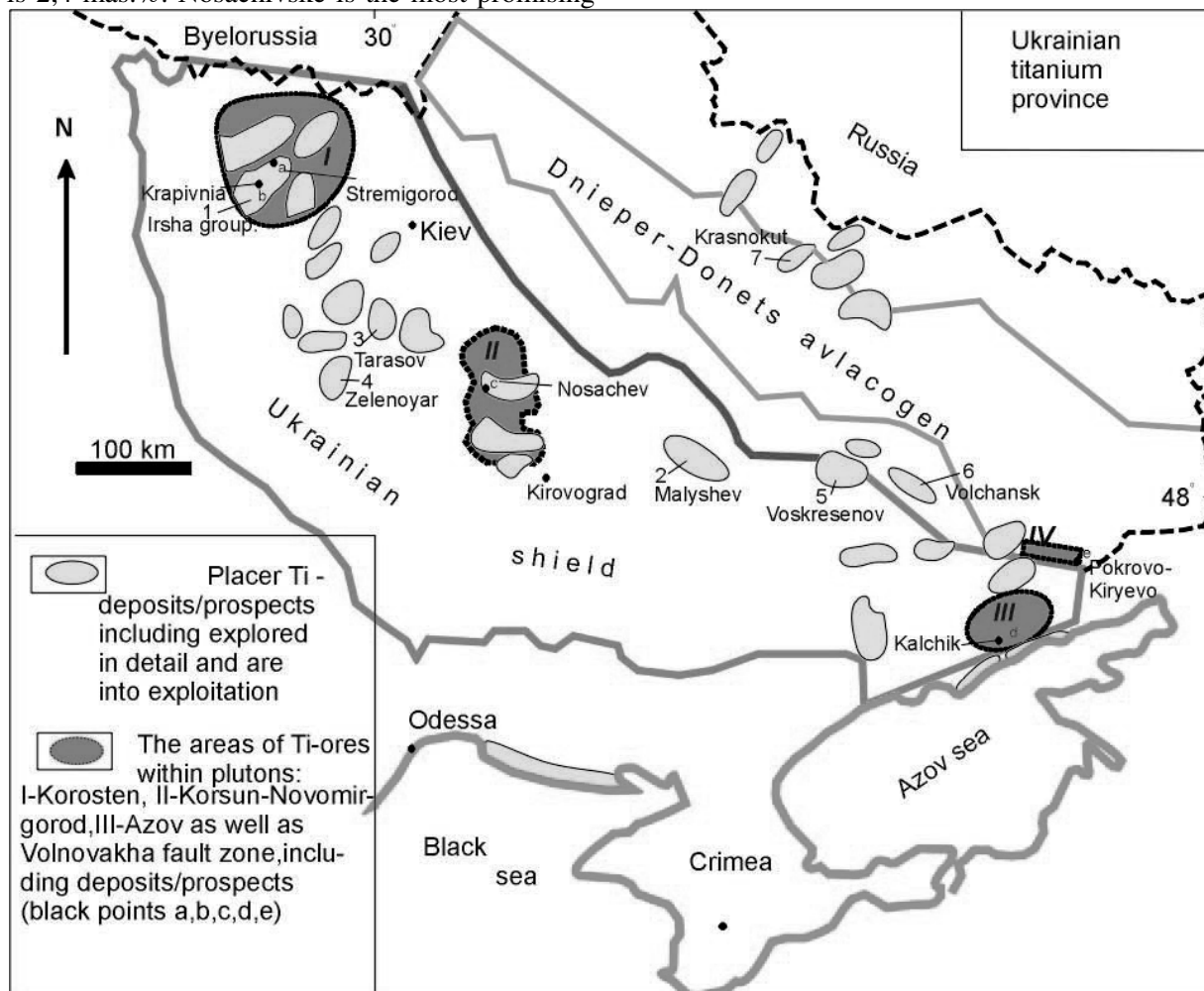


Fig. 2. Scheme of titanium placer and primary deposits localization in Ukraine titanium sub province [9].

Kropyvnyanske deposit of apatite-ilmenite-titanium-magnetite-ulvospinel ores is located in the central part of Volodarsk-Volynskyi anorthosite massif of Korostenskyi pluton. Phosphor-titanium ores of the deposit are connected with gabbro, melanocratic gabbro, gabbro-peridotites and peridotites. Average content of TiO_2 in ore

gabbroides is 7,8 mas.%, that of P_2O_5 makes up 3,2 mas.%.

Apart from titanium and phosphor ores from mentioned deposits of Ukraine contain also V, Sc, Cr, Co, Ni, Zr, Cu, Zn, Nb, Sr.

Ilmenite is a major titanium containing mineral of Ukraine deposits. Comparing to Norway deposits it is more titaniferous, especially that of

Nosachivske deposit (Table 1). This is conditioned by almost total absence of hematite mineral in ilmenite from Ukrainian deposits, when Nor-

way deposits ilmenite has Fe_2O_3 content between 10 and 15 mas.% [4].

Table 1.

Chemical composition of ilmenite and titanium-magnetite of phosphor-titanium ores from Ukraine and Norway

Components	Korostenskyi pluton			Korsun-Novomirgorodskyi pluton	Massif Ana-Sira
	Fedorivske	Stremygorodske	Kropyvnyanske	Nosachivske	Tellnes
ilmenite					
SiO ₂	1,26	0,83	1,30	0,80	0,21
TiO ₂	48,42	49,52	48,10	50,10	46,57
Al ₂ O ₃	0,74	0,31	0,37	0,40	0,05
Fe ₂ O ₃	2,2	5,98	3,70	3,10	12,58
FeO	43,5	41,33	42,20	40,67	35,77
MnO	0,49	0,50	0,47	0,02	0,28
MgO	1,15	0,87	1,50	0,70	3,41
CaO	–	0,03	0,32	0,13	–
Cr ₂ O ₃	0,02	0,06	0,08	0,04	0,11
V ₂ O ₅	0,23	0,15	0,14	0,00	0,25
P ₂ O ₅	0,09	0,19	0,38	0,01	0,30
titanium-magnetite					
SiO ₂	4,47	–	1,04	–	–
TiO ₂	16,52	–	22,40	–	–
Al ₂ O ₃	3,67	–	0,97	–	–
Fe ₂ O ₃	25,81	–	23,10	–	–
FeO	44,82	–	45,70	–	–
MnO	0,27	–	0,42	–	–
MgO	1,20	–	3,40	–	–
CaO	0,88	–	0,26	–	–
Na ₂ O	0,25	–	0,08	–	–
K ₂ O	0,05	–	0,03	–	–
Cr ₂ O ₃	0,08	–	0,04	–	–
V ₂ O ₅	1,24	–	0,52	–	–
P ₂ O ₅	0,47	–	0,51	–	–
S	0,09	–	1,20	–	–
LOI	2,78	–	0,12	–	–
Fe _{total}	67,08	–	52,72	–	–

Titanium-magnetite is the second titanium containing mineral from magmatic deposits, but its abundance and contrast physical properties (high magnetic susceptibility) allow considering it as an important addition to ilmenite raw material. Besides, higher concentrations of vanadium are particularly specific for manifestations of Ukrainian titanium-magnetite

In case of subsequent impoverishment of important reserves of placer deposits and of growth in demand for titanium raw material, small placers will be taken into production. It will increase variability of granulometric, chemical and other pa-

rameters of initial titanium raw material, will request constant correction of processing technology. Mining primary deposits having bigger reserves of TiO₂ and more stable technological ore parameters will decrease expenses on resetting beneficiation schemes. Additional reason for taking primary titanium raw material of Ukraine into processing is high titanium content in ilmenite what influences positively the quality of ilmenite concentrates (table 2).

Thus, taking into consideration the fact that main part of titanium raw material reserves of Ukraine are connected with primary deposits, the

task of accelerated preparation of magmatic titanium deposits to extraction is of primary importance not only for Ukraine, but for Europe as

well, especially for countries-producers of titanium products.

Table 2.

Average content of chemical components (mas.%) in ilmenite concentrates from deposits of different countries [5]

Countries	Chemical components											
	TiO ₂	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	MnO	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	V ₂ O ₅	P ₂ O ₅	S
Norway	44,96**	34,43	12,60	3,84	0,37	0,00	3,59	0,00	0,01	0,18	0,02	0,00
Ukraine	67,33*	1,00	25,07	1,04	0,78	1,45	0,24	1,97	0,81	0,17	0,13	0,02
	50,65**	3,47	42,60	0,91	0,19	0,21	1,05	0,37	0,06	0,07	0,16	0,26
Canada	41,95**	29,30	18,61	2,56	0,10	0,40	4,30	2,40	0,20	0,18	0,00	0,00
India	62,45*	10,06	25,77	0,74	0,49	0,00	0,00	0,00	0,08	0,21	0,20	0,00
China	47,53**	34,99	5,74	2,98	0,62	1,30	5,30	1,22	0,05	0,09	0,01	0,16

* – Concentrates from placer deposit ores; ** – concentrates from primary deposit ores.

REFERENCES

1. Альфа-металл [Электронный ресурс].– Режим доступа

http://www.alfametal.ru/?id=titan_resurs.– Название с экрана (дата обращения 17.12.2012).

2. Гурский Д.С., Есипчук К.Е., Калинин В.И. и др. Металлические и неметаллические полезные ископаемые Украины. Т. 1. Металлические полезные ископаемые // Киев-Львов: Центр Европы, 2005.– 785 с.

3. Информационный портал Черкассы [Электронный ресурс].– Режим доступа <http://www.gorod.ck.ua/news/1197/>.– Название с экрана (дата обращения 17.12.2012).

4. Кривдік С.Г., Гуравський Т.В., Дубина О.В. та ін. Особливості речовинного складу Носачівського апатит-ільменітового родовища (Корсунь-Новомиргородський плутон, Український щит) // Мінералогічний журнал.– 2009.– №3 (31).– С. 55-78.

5. Олейник Т.А., Гурьянова Т.П., Колобов В.Г. и др. Развитие технологий добычи, обогащения и переработки титанового сырья в

мире и Украине // Наукові праці Запорізької Державної інженерної академії. Металургія.– 2010.– Вип. 22.– С. 23-31.

6. Сайт Союзу заводів важкого машиностроєння [Електронний ресурс].– Режим доступу http://sztm.dn.ua/news_read-327.html.– Название с экрана (дата обращения 17.12.2012).

7. Сайт ЧП Солопова [Електронний ресурс].– Режим доступу <http://solopova.com.ua/a90908-zapasy-titana-tire.html>.– Название с экрана (дата обращения 17.12.2012).

8. Charlier B. Petrogenesis of magmatic iron-titanium deposits associated with Proterozoic massif-type anorthosites // Univ. de Liege, 2007.– 165 p.

9. Gursky D., Nechaev S., Bobrov A. Titanium deposits in Ukraine focused on the Proterozoic anorthosite-hosted massifs / Ilmenite deposits and their geological environment. Special publications.– 2003, №3.– P. 21-26.

ХАРИТОНОВ В.М. Титановий потенціал України – складова стратегії розвитку сировинної бази Європи.

Резюме. Протягом останніх років відбувається сталий розвиток ресурсної бази титанової сировини світу, що обумовлює необхідність збільшення видобутку та переробки комплексних

ванадій-фосфор-титанових і фосфор-титанових руд. Всього в світі відомі понад триста промислових родовищ титану. Близько сімдесяти з них (69% від світових запасів TiO_2), відносяться до магматичних за походженням, з гіпергенними родовищами пов'язано 11,5% світових запасів TiO_2 , з розсипними – 19,5%. Основні європейські родовища титану зосереджені в Норвегії й Україні. Незначні за запасами родовища відомі в Італії, Фінляндії, Польщі, Російській Федерації.

Сировинна база титану Норвегії представлена магматичними утвореннями анортозитової формації. Найбільш відоме родовище Теллес, запаси TiO_2 в його ільменітових рудах складають 37,0 млн. т., база ресурсів – 60,0 млн. т. Родовище розташоване в центральній частині анортозитового масиву Ана-Сіра, який займає південну частину провінції Роголанд. Титанові руди представлені норитами й калішпатовими норитами з середнім вмістом TiO_2 12,6 мас.%, P_2O_5 – 0,4 мас.%

Титановий потенціал України представлений родовищами трьох геолого-промислових типів: 1) розсипні родовища комплексних рутил-циркон-ільменітових руд (запаси ільменітового TiO_2 – 5,9 млн. т., база ресурсів – 13,0 млн. т.; рутилового TiO_2 – 2,5 млн. т., база – 2,5 млн. т.), які є об'єктами сучасної розробки титанової сировини; 2) магматичні родовища комплексних апатит-ільменітових, апатит-титаномагнетитових, апатит-ільменіт-титаномагнетитових руд у базитах і гіпербазитах (габро, габро-норити, піроксеніти, перидотити) – запаси TiO_2 , пов'язаного з ільменітом + титаномагнетитом, 39,5 млн. т., база – 77,9 млн. т; 3) гіпергені родовища – кора вивітрювання магматичних титан-вмісних порід; запаси ільменітового діоксиду TiO_2 – 130,1 тис. т.

Таким чином, найбільші перспективи розвитку титанового мінерально-сировинного сектору Європи слід пов'язувати з магматичними (корінними) родовищами України. Основні площі їх поширення – Житомирська й Черкаська області (відповідно, Коростенський і Корсунь-Новомиргородський плутони). Відомі три мінеральних різновиди руд цих родовищ: 1) апатит-титаномагнетит-ільменітові (родовища Федорівське, Паромівське, Торчинське та ін.); 2) апатит-ільменітові (родовища Стремизгородське, Давидківське, Видиборзьке, Носачівське та ін., а також Пенізевицький рудопрояв); 3) апатит-ільменіт-титаномагнетит-ульвошпінелеві (Кропивнянське родовище).

Рудні тіла Федорівського родовища корінних апатит-титаномагнетит-ільменітових руд складають габро й габро-перидотити. Середній вміст у їх складі TiO_2 7,5 мас.%, P_2O_5 – 3,8 мас.%. Рудовмісні породи Стремизгородського родовища – перидотити, троктоліти, олівінові габро, габро-монзоніти, габро-пегматити. Всі вони є мінерало-технологічними різновидами корінних апатит-ільменітових руд. Середній вміст TiO_2 в їх складі становить 6,1 мас.%, P_2O_5 – 2,4 мас.%. Найбільш перспективне родовище апатит-ільменітових руд у межах Корсунь-Новомиргородського плутону – Носачівське. Його складають габро-норити, габро-анортозити й анортозити. Середній вміст TiO_2 в складі руд 21,9 мас.%, P_2O_5 – 1,0 мас.%. Кропивнянське родовище апатит-ільменіт-титаномагнетит-ульвошпінелевих руд розташоване в центральній частині Володарськ-Волинського анортозитового масиву Коростенського плутону. Фосфор-титанові руди родовища пов'язані з габро, меланократовими габро, габро-перидотитами й перидотитами. Середній вміст TiO_2 в складі рудних габроїдів 7,8 мас.%, P_2O_5 – 3,2 мас.%

Руди названих родовищ України крім титану й фосфору містять також V, Sc, Cr, Co, Ni, Zr, Cu, Zn, Nb, Sr.

Ільменіт – головний титан-вмісний мінерал родовищ України. В порівнянні з норвезьким він більш титаноносний (особливо це стосується Носачівського родовища), що обумовлене майже повною відсутністю гематитового мінералу в його складі, тоді як у складі ільменіту норвезьких родовищ вміст Fe_2O_3 коливається від 10 до 15 мас.%. Титаномагнетит – другий за вмістом титану мінерал магматичних родовищ, проте його значне поширення й контрастні фізичні властивості (висока магнітна сприйнятливості) дозволяють вважати його суттєвим додат-

ком до ільменітової сировини. Крім того, саме для проявів титаномагнетиту України характерні підвищені концентрації ванадію.

За умов поступового збіднення значних за запасами розсипних родовищ і зростання попиту на титанову сировину, до переробки будуть залучатись дрібні розсипи. Це спричинить підвищення варіативності гранулометричного, хімічного складу та інших показників вихідної титанової сировини, вимагатиме постійного корегування технологій її переробки. Розробка ж корінних родовищ, які мають значно більші запаси TiO_2 і більш стабільні технологічні показники руд, зменшить витрати на переналагодження схем збагачення. Додатковим аргументом на користь залучення до переробки корінної титанової сировини України є підвищена титаноносність ільменіту, що позитивно впливає на якість ільменітових концентратів.

Враховуючи, що основна частина запасів титанової сировини України пов'язана з корінними родовищами, задача прискореної підготовки магматичних родовищ титану до розробки набуває першочергового значення не лише для України, а й для Європи, особливо для країн – виробників титанової продукції.

Ключові слова: титанові руди, ільменіт, титаномагнетит, хімічний склад титанових руд, магматичні родовища титану, Український щит.

ХАРИТОНОВ В.Н. Титановый потенциал Украины – составная стратегии развития сырьевой базы Европы.

Резюме. Перспективы развития титанового сектора Европы связаны с коренными месторождениями Коростеньского и Корсунь-Новомиргородского плутонов, расположенных в северной и центральной частях Украинского щита. Руды этих месторождений являются источником титана и фосфора, а также V, Sc, Cr, Co, Ni, Zr, Cu, Zn, Nb, Sr. Они более однородны по минералогическим, химическим и другим показателям в сравнении с рудами россыпных месторождений. Это содействует большей стабильности технологических режимов обогащения руд.

Ключевые слова: титановые руды, ильменит, титаномагнетит, химический состав титановых руд, магматические месторождения титана, Украинский щит.

KHARYTONOV V.M. Titanium potential of Ukraine as a constituent of development strategy for raw material base of Europe.

Summary. Outlook for development of titanium sector in Europe is connected with primary deposits of Korostenskyi and Korsun-Novomyrghorodskyi plutons, located at the north and central parts of the Ukrainian Shield. Ores from these deposits serve a source of titanium and phosphor, as well as of V, Sc, Cr, Co, Ni, Zr, Cu, Zn, Nb, Sr. They are more homogeneous after their mineralogical, chemical and other indexes comparing to ores from placer deposits. This contributes to better stability of technological mode of ore processing.

Key words: titanic ore, ilmenite, titanium-magnetite, chemical composition of titanic ores, magmatic deposits of titanium, the Ukrainian Shield.

*The article was received by editorials 21 november 2012.
It was recommended for publishing by professor M.V.Ruzina.*