

6. Долинский, А.А. Альтернативное теплоснабжение на базе тепловых насосов: критерии оценки / А.А. Долинский, Б.Х. Драганов, Т.В. Морозюк // Промышленная теплотехника: Международный научно-прикладной журнал. – 2007. – Том 29, № 6. – С. 67 – 71.
7. Фиалко, Н.М. Оценка эффективности применения тепловых насосов в условиях метрополитенов и угольных шахт / Н.М. Фиалко, Л.Б. Зимин // Промышленная теплотехника: Международный научно-прикладной журнал. – 2006. – Том 28, № 2. – С. 111 – 119.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Кіріченком Є.О.  
Надійшла до редакції 07.11.2014*

УДК 622.271.3

© Б.Е.Собко

## **СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗРОБКИ НОВИХ РОДОВИЩ УКРАЇНИ ДЛЯ ВИДОБУТКУ ТИТАНОВИХ РУД**

В роботі наведено аналіз сучасного стану розробки титанових родовищ України, визначено перспективи залучення нових родовищ для збільшення мінерально-сировинної бази титанових руд.

В работе приведен анализ современного состояния разработки титановых месторождений Украины, определены перспективы привлечения новых месторождений для увеличения минерально-сырьевой базы титановых руд.

The analysis of the modern state of development of titanitic deposits of Ukraine is in-process resulted, certainly prospects of bringing in of new deposits for an increase raw mineral-material bases of titanitic ores.

У надрах України виявлено велику кількість потужних та різноманітних родовищ корисних копалин. Розсіпні родовища представлені горизонтальними покладами мінералів титану, циркону, бурштину, золота.

Головні напрямки та перспективи розвитку вітчизняної мінерально-сировинної бази визначені в Загальнодержавній програмі розвитку мінерально-сировинної база України» на період до 2030 р. в якій поставлені завдання щодо введення в експлуатацію нових родовищ та ділянок корисних копалин. В програмі виділені стратегічно важливі для економіки держави корисні копалини, використання яких забезпечує приріст внутрішнього валового продукту, валютні надходження, наповнення державного бюджету, економічну та оборонну безпеку країни. Саме титанові руди відносяться до видів мінеральної сировини, які інтенсивно видобуваються, мають значні розвідані запаси, є предметом експорту та валютних надходжень. Мінерально-сировинна база титанових руд в Україні найбільш потужна серед групи кольорових і рідких металів.

Виробництво титанових концентратів в Україні здійснювалося на двох гірничо-збагачувальних підприємствах: Вільногірському та Іршанському, які забезпечували потребу країни у власній титановій сировині та експортували титанові концентрати в різні країни світу. Починаючи з 2007 р. і дотепер обсяги

видобутку руди на Іршанському та Вільногірському комбінатах досягають більше як 10 млн. м<sup>3</sup>. З 2005 почав розробку Вовчанського рUTIL-ільменітового родовища Демуринський ГЗК із проектною потужністю по корисній копалині 1,3 млн.м<sup>3</sup>/рік. У наш час Україна виробляє більше 95 % усієї титанової сировини в країнах СНД. Завдяки унікальній мінерально-сировинній базі титанової й цирконової сировини Україна створила потужний експортний потенціал. Су-марний експорт титанових концентратів у країни СНД становить більше як 300 тис. т на рік, причому біля половини вироблених концентратів експортується в країни ЄС і США [1].

Основним завданням Іршанського ГЗК та Вільногірського ГМК була підтримка досягнутого рівня випуску концентратів за рахунок ряду нових ділянок родовищ, що входять до складу сировинної бази цих комбінатів.

Вільногірський ГМК в 2014 р. почав розробку нової Мотронівсько-Аннівської ділянки Малишевського родовища. Ділянка розташована за 12 км на північ від м. Вільногірськ, Дніпропетровська обл. Мотронівсько-Аннівська ділянка є одною з найбільш перспективних ділянок як по запасах титаноцирконієвих руд, так і по географічному розташуванню. Проектна виробнича потужність ділянки складає 2,7 млн. м<sup>3</sup> на рік. Контур гірничого відводу ділянки приведений на рис.1.

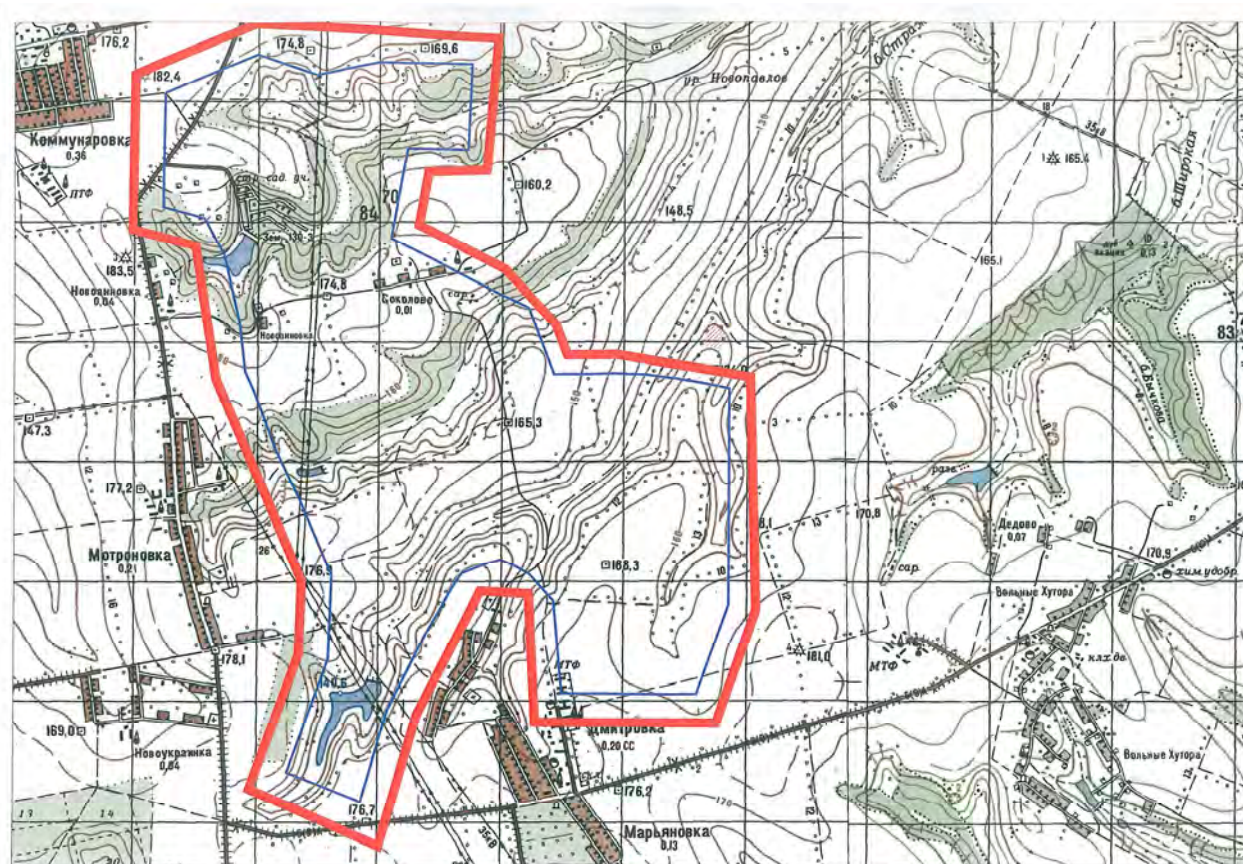


Рис. 1. Контур гірничого відводу Мотронівсько-Аннівської ділянки

До теперішнього часу в Україні відкритим способом розробляють розсіпні родовища, розташовані вище рівня ґрунтових вод. Освоєння розсіпів здійснюють із застосуванням безтранспортної, транспортної і комбінованої систем відкритої розробки з використанням механічних лопат, крокуючих екскаваторів і роторних комплексів. Розробка рудного покладу включає доставку руди до вузла гідророзмиву з-за допомогою гідромоніторів. Гідросуміш подається по трубопроводу на збагачувальну фабрику.

Умови відпрацювання Мотронівсько-Аннівської ділянки істотно відрізняються від родовищ, що сьогодні розробляються. Головною відмінністю є розташування рудного пласта (піски полтавської серії -Pt) нижче рівня підземних вод. Проектом будівництва та експлуатації ділянки передбачається відпрацювання родовища відкритим способом, за відомою автотранспортною системою розробки, що застосовується на необводнених ділянках. Для осушення кар'єру передбачений відкритий водовідлив з улаштуванням водозбірних каналів і зумпфів. В даний час ведуться роботи з розкриття родовища загальною траншеєю зовнішнього закладення, будуються лінії комунікацій і побутовий комплекс на прикар'єрному майданчику.

Експериментальні гідрогеологічні дослідження дозволили встановити приплив підземних вод в кар'єр на рівні 20–30 м<sup>3</sup> / год. Отримані результати не ув'язуються з водно-фізичними властивостями водоносних відкладень. У зв'язку з цим викликає сумнів достовірність розрахунків водоприпливу в майбутній кар'єр, а також працездатність проекрованої системи осушення.

В даний час прийнято рішення на Мотронівсько-Аннівському кар'єрі паралельно з гірничо-капітальними роботами провести польові та камеральні гідрогеологічні дослідження, в тому числі: 1) проведення гідрогеологічних спостережень в період розтину рудного пласта з метою уточнення гідрогеологічних параметрів водоносного горизонту; 2) створення цифрової гідрогеологічної моделі та моделювання змін гідрогеологічної ситуації на різних етапах експлуатації ділянки; 3) проведення оцінки впливу діяльності рудника на гідрогеологічні умови прилеглого району.

До найбільш перспективних родовищ, для заповнення потужностей Іршанського ГЗК, відносяться Юрське, Межирічне, Лівобережне, Тростянецьке та найбільш потужне серед них Стремигородське родовище.

Стремигородське комплексне корінне апатит-ільменітове родовище виявлене ще в 1952 році. Детальна розвідка проведена в 1979-1981 рр. Середня глибина залягання корисної копалини - 40,4 м. Розташоване родовище в 4,5 км на південь від залізничної станції Стремигород, в 20 км на південний схід від міста Коростеня і в 16 км на північний схід від діючого Іршанського ГЗК. Контур гірничого відводу родовища приведений на рис. 2.

Площа родовища по поверхні 2,9 км<sup>2</sup>. Довжина 2,4 км, ширина 1,6 км в центрі і 100–150 м на флангах. Корисна копалина перекрита зверху рихлими безрудними піщано-глинистими відкладеннями середньою потужністю 32,2 м.



Головними рудними мінералами руд є ільменіт та апатит. Ільменіт знаходиться в окремих ізоморфних зернах та скупченнях (гніздах) з переважним розміром 0,2–0,3 мм. З ільменітом зв'язана основна кількість двоокису титану: 85 % в каолінових і 87 % в корінних рудах. Апатит утворює розсіяне вкраплення окремих кристалів, які знаходяться в зростках з ільменітом ті олівіном. З апатитом зв'язано 80 % п'ятиокису фосфору.

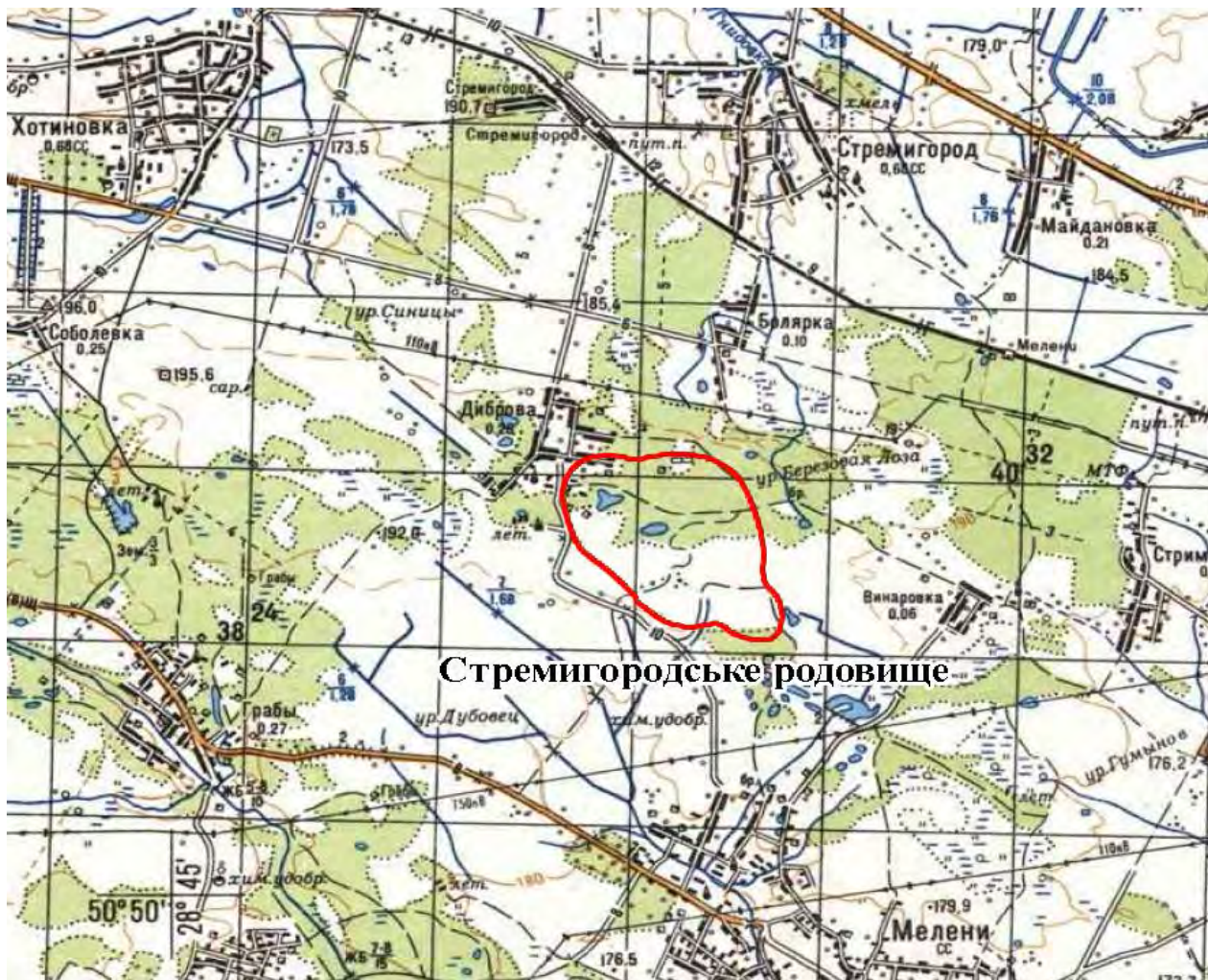


Рис. 2. Контур гірничого відводу Стремигородського родовища

Спочатку відкритим способом буде розроблятися м'який розкритт. Надалі матиме місце тільки скельний розкритт (розбортовка на межі рудоносного і нерудоносного кристалічного габро. Руди представлені трьома генетичними типами, які розташовані один під іншим, зверху вниз: - зона повного вивітрювання рудий, представлених каолінами і жорсткою середньою потужністю пласта 12,4 м; - зона часткового вивітрювання, вивітрене габро, потужність 14,1 м; - кристалічне габро (запаси затверджені до глибини 500 м, простежуються до глибини 1378 м). З кристалічним габро пов'язано більше 95 % запасів родовища.

За попередні роки на замовлення Іршанського ГЗК були проведені передпроектні проробки та техніко-економічні обґрунтування по освоєнню родови-

ща. Щодо відпрацювання запасів цього родовища, пропонувалися різні способи та схеми. За пропозицією інституту «Гіредмет» пропонувався відкрито-підземний спосіб, який добре зарекомендував себе на подібних родовищах в усьому світі. За даними інституту «Кривбаспроект» пропонується відпрацьовувати це родовище підземним способом. Тому для остаточного висновку потрібно розробити ТЕО для нових економічних умов сьогодення.

На сьогодні розроблена робоча документація в об'ємі необхідну для гірничого відводу Стремигородського апатит-ільменитового родовища. Висновки розробленої проектної документації наступні. Гірничотехнічні умови експлуатації родовища сприятливі. Розкривні породи мають порівняно невелику потужність – 32,2 м і складені піщано-глинистими породами, які можна відробляти видобувною технікою і частково гідромеханізацією, а також різними комбінаціями названих методів. Вивітрілі руди та породи, а також кристалічні руди і породи досить стійкі та міцні. Відробка їх можлива тільки з застосуванням бур-підривних робіт. Гідрогеологічні умови родовища також сприятливі, в пісках розкриву містяться два низько дебітні водоносні горизонти прісної води. Вивітрілі і кристалічні породи та руди містять горизонт тріщинної прісної води. Потужність до 160 м з дебітами від 0,24 до 3,3 л/сек.

Відповідно до завдання на виконання проекту розвитку гірничих робіт на Стремигородському кар'єрі річна потреба по видобутку ільменитового концентрату ( $TiO_2$ ) складає 483,0 тис. т.

Розрахунок річної продуктивності кар'єру по гірничій масі здійснювався з врахуванням потреби підприємства у сировині та з врахуванням втрат при видобутку, транспортуванні та переробці корисної копалини.

Термін служби кар'єру в межах, прийнятих до розробки в робочому проекті, складає 44 роки.

Річний розрахунковий об'єм розкривних робіт – 3600 тис.м<sup>3</sup>.

У складі першої черги виділяється три пускові комплекси по розкриву і видобутку руди: I-й пусковий – гірничо-капітальні розкривні роботи в об'ємі 30,6 млн.м<sup>3</sup> м'якого розкриву з підготовкою нормативних запасів для видобутку каолінових руд; II-й пусковий – гірничі роботи для підготовки запасів по вивітрілому габбро; III-й пусковий – гірничі роботи для підготовки запасів і видобутку корінних руд.

Надалі відповідно до календарного графіка гірничих робіт передбачається розробка змішаних типів руд з переходом на видобуток тільки скельних руд та переходом на циклічно-потоківу технологію.

За характером залягання рудного тіла і потужності розкривних порід запропоновано відкритий спосіб розробки корисної копалини, який має переваги перед підземним – можливість широкого застосування потужного гірничотранспортного обладнання; досягнення високої продуктивності праці; низької собівартості видобутку руди; більш сприятливі санітарно-гігієнічні умови праці та техніку безпеки. Втрати руди при відкритому способі розробки значно нижчі,

ніж при підземному, окрім того, основна частина вміщуючих порід родовища не є розкритом, а використовується для виготовлення будівельних матеріалів.

Враховуючи можливості існуючих засобів механізації процесів відкритих гірничих робіт, при проектуванні прийнята глибина кар'єру – 250 м, при цьому буде забезпечений нормативний термін існування кар'єру, а граничний та середній коефіцієнт розкриття є реальним для рентабельної експлуатації Стремигородського родовища.

Виходячи з того, що Стремигородське родовище розглядалося, як сировинна база титанової сировини, тому при проведенні науково-дослідних робіт по технології збагачення було закладено першочергове максимальне вилучення ільменіту. При цьому апатит вилучався як вторинний продукт з хвостів гравітації методом флотації, а товарне вилучення п'ятиокису фосфору в апатитовий концентрат складає всього 56,3 %, а вилучення двоокису титану в концентрат ільменіту – 72 % від їх загального вмісту в руді.

Висновки.

Виконані попередні передпроектні та проектні роботи щодо освоєння нових родовищ титанової сировини, дозволили:

- переглянути схеми розтину, системи розробки і осушення кар'єрів з метою здешевлення і скорочення термінів будівництва;

- відновити і уточнити технічні умови на інженерне забезпечення, зв'язок, транспорт і уточнити питання, вирішення яких необхідне на подальших стадіях проектування;

- застосувати екологічно надійніші технології захисту хвостосховищ від інфільтрації оборотної води;

- визначити напрям і перспективу по удосконаленню технологічного процесу збагачення руди з метою збільшення виходу основних мінералів і поліпшення загальних техніко-економічних показників;

- визначити питання і проблеми для вирішення яких необхідно науково-дослідні, експериментальні і конструкторські розробки на подальших стадіях проектування і будівництва гірничо-збагачувальних комплексів;

- визначити експлуатаційні потреби в енергоресурсах, матеріалах і людських ресурсах. Виконати техніко-економічні розрахунки з урахуванням цін, що склалися, на готову продукцію і оцінити економічну ефективність і доцільність будівництва.

Список літератури

1. Собко Б.Е. Совершенствование технологии открытой разработки россыпных титаноциркониевых руд. – Д.: РИК НГУ, 2008. – 167 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Симоненком В.І.  
Надійшла до редакції 22.10.2014*