

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА
ШЕВЧЕНКА**

В.А. МИХАЙЛОВ, М.М. КУРИЛО

**МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННА БАЗА
ФЛЮСОВОЇ СИРОВИНИ УКРАЇНИ**

Монографія

Київ – 2010

УДК 553.042 : 622.013.3

ББК

М ...

Михайлов В.А., Курило М.М. Мінерально-сировинна база флюсової сировини України. – К.: „Ніка-Центр”, 2010. 198 с.

Mukhaylov V.A., Kurylo M.M. Row-material Base of Ukrainian Flux Ores. – Kiev: “Nika-Centr”, 2010. – 198 p.

Проведений геолого-економічний аналіз мінерально-сировинної бази флюсової сировини для металургійної промисловості України з урахуванням геологічних, ресурсних і економічних аспектів, описані найважливіші генетичні і геолого-промислові типи родовищ, розглянуті методи експрес-оцінки об'єктів флюсової сировини на ранніх етапах їх вивчення.

Книга призначена для геологів, вчених, студентів геологічних і гірничих спеціальностей.

Geological-economic analysis of the row-material base of flux for Ukrainian metallurgic complex is done. The significant genetic and geological-industrial types of flux deposits are described. Economic problems of flux industry – reserves, production, export and import, price are examined.

The book has been written for geologists, scientists, and students of geological branch.

Рецензенти: В.О. Шумлянський, д-р геол.-минералог. наук
Б.І. Малюк, д-р геол.-минералог. наук

Рекомендовано до друку

.....

ISBN

© В.А. Михайлов, 2010, М.М. Курило, 2010
© Київський національний університет імені Тараса Шевченка
„Ніка-Центр”, 2010

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ I. ЗАГАЛЬНА ОЦІНКА ВІТЧИЗНЯНОЇ МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННОЇ БАЗИ НЕРУДНОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ МЕТАЛУРГІЇ	9
1.1. Проблеми становлення вітчизняної мінерально-сировинної бази флюсової сировини	9
1.2. Сучасні вимоги металургійної промисловості до якості флюсової сировини	13
1.3. Класифікація запасів і ресурсів родовищ флюсової сировини при проведенні геолого-економічної оцінки	19
1.4. Головні чинники та показники промислової цінності родовищ флюсової сировини	23
РОЗДІЛ II. ОСНОВНІ МЕТОДИ ТА ПОКАЗНИКИ ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН НА ОКРЕМИХ СТАДІЯХ ГЕОЛОГОРОЗВІДУВАЛЬНИХ РОБІТ	25
2.1. Стадійність проведення геолого-економічної оцінки родовищ корисних копалин	25
2.2. Особливості етапу початкової геолого-економічної оцінки родовищ флюсової сировини	26
2.3. Загальні принципи методик визначення цінності прогнозних ресурсів твердих корисних копалин	30
2.4. Методика проведення детальної геолого-економічної оцінки	33
РОЗДІЛ III. ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННОЇ БАЗИ ПЛАВИКОВОГО ШПАТУ	35
3.1. Загальні відомості	35
3.2. Структура світових запасів плавикового шпату та основні тенденції міжнародного ринку плавиковошпатової продукції	41
3.3. Генетичні та геолого-промислові типи родовищ плавикового шпату	67
3.4. Приклади основних геолого-промислових типів родовищ плавикового шпату в країнах СНД	78
3.5. Геолого-економічна оцінка вітчизняних родовищ та проявів плавикового шпату	91
3.6. Аналіз оптимальних шляхів розвитку та використання плавиковошпатової сировинної бази в Україні	135
3.7. Побудова геолого-економічних моделей родовищ плавикового шпату на початкових етапах їх вивчення	138
3.8. Експрес-оцінка вартості прогнозних ресурсів і запасів та ранжування родовищ плавикового шпату	140

3.9. Екологічні проблеми та перспективи використання флюсової сировини з урахуванням новітніх технологій в металургії 145

РОЗДІЛ IV. ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННОЇ БАЗИ ФЛЮСОВИХ ВАПНЯКІВ 151

4.1. Генетичні та геолого-промислові типи родовищ карбонатної флюсової сировини 151

4.2. Регіональний огляд МСБ флюсових карбонатних порід 153

4.3. Геолого-промислова характеристика та економічна оцінка перспективних для розробки родовищ і рудопроявів флюсових вапняків 155

4.4. Визначення вартості прогнозних ресурсів і запасів родовищ флюсових вапняків і доломітів 178

4.5. Геолого-економічна оцінка родовищ флюсових вапняків, які розробляються 180

ВИСНОВКИ 189

ЛІТЕРАТУРА 192

СПИСОК СКОРЕЧЕНЬ

ВНП – валовий національний продукт
ВРР – Вознесенський рудний район
ВП – внутрішня норма прибутку
ГЕО – геолого-економічна оцінка
ГЕФ – глобальний екологічний фонд
ГЗК – гірничо-збагачувальний комбінат
ГРР – геологорозвідувальні роботи
ГХК – гірничо-хімічний комбінат
ДГС – Державна геологічна служба України
ДДЗ – Дніпровсько-Донецька западина
ДЗФ – дробільно-збагачувальна фабрика
КМУ – Кабінет Міністрів України
МК – металургійний комбінат
МСБ – мінерально-сировинна база
ПВЗ – пряме відновлення заліза,
ПШК – плавиковошпатовий комбінат
ТЕД – техніко-економічна доповідь
ТЕМ – техніко-економічні міркування
ТЕО – техніко-економічне обґрунтування,
ПАР – Південно-Африканська республіка
ПРі – показник рентабельності інвестицій
РУ – рудоуправління
ТМА – тектоно-магматична активізація
УЩ – Український щит
ФДК – флюсо-доломітовий комбінат
ФХВ – фтор-хлор-вуглеводні
ЧПВ – чиста поточна вартість

ВСТУП

Україна має потужне металургійне виробництво, яке забезпечує значну частку приросту валового національного продукту (ВНП) та експорту нашої країни. При наявності значних запасів металічних корисних копалин робота підприємств цього комплексу неможлива без споживання великих обсягів неметалічних корисних копалин, у першу чергу флюсової сировини – вапняків, доломітів, плавикового шпату. Однак, в останні роки металургійний комплекс України постав перед проблемою забезпечення флюсовою сировиною, зокрема, плавиковим шпатом, флюсовими вапняками і доломітами. Це пов'язане з порівняно невеликими розмірами і низькою якістю сировини відомих родовищ флюориту, недостатньою кількістю запасів якісних карбонатних порід, придатних для використання у сучасних металургійних процесах.

У зв'язку з цим *Бахтинське* і *Покрово-Кириївське* родовища флюориту не розроблюються, а лівова частка плавиковошпатової сировини для потреб металургійного комплексу ввозиться з Росії і Китаю. Гостра ситуація щодо забезпечення металургійного виробництва флюсовими карбонатними породами пов'язана з такими факторами, як виснаження родовищ із якісною сировиною та сприятливими гірничо-геологічними умовами розробки; підвищенням вимог промисловості до якості флюсової сировини у зв'язку із залученням нових технологічних процесів у металургії; необхідністю припинення розробки деяких об'єктів через екологічні причини або перспективи розвитку рекреаційних ресурсів. В результаті виробництво флюсових вапняків, яке досягло максимальних показників в 1980-х рр., скоротилось і зараз коливається в межах 20–25 млн т/р.

Тому "Загальнодержавною програмою розвитку мінерально-сировинної бази (МСБ) України на період до 2010 року" передбачена оцінка можливих шляхів скорочення імпорту дефіцитної сировини (плавикового шпату) та збалансоване забезпечення карбонатною флюсовою сировини (вапняки, доломіти та ін.). Об'єктивна геолого-економічна оцінка наявних родовищ і проявів флюсової сировини України в умовах ринкової економіки може сприяти залученню їх до промислової експлуатації. Для проведення такої оцінки є необхідним їх співставлення зі світовими аналогами і порівняльний аналіз, який і є метою цих досліджень.

Головною метою роботи було проведення геолого-економічної оцінки перспективних для освоєння об'єктів флюсової сировини із врахуванням ступеня їх геологічного та техніко-економічного вивчення, наукове обґрунтування розвитку сировинної бази флюсової сировини України на основі аналізу природно-ресурсних та фінансово-економічних факторів.

Головними завданнями досліджень було:

- аналіз світової МСБ флюориту, динаміки видобутку, запасів і ресурсів плавикового шпату найважливіших країн світу;
- аналіз найважливіших геолого-генетичних і промислових типів родовищ плавикового шпату, їх геологічних особливостей, кондицій, технологічних властивостей руд тощо;
- аналіз потреб України в плавиковошпатовій продукції та існуючих шляхів їх забезпечення з урахуванням кон'юнктури світового ринку;
- визначення та оцінка природно-ресурсних і технологічних передумов видобутку та збагачення плавиковошпатових руд в Україні за геолого-економічними характеристиками запасів та прогнозних ресурсів плавикового шпату;
- збір та обробка статистичних даних по показниках попиту-пропозиції флюсової сировини для металургії на внутрішніх і зовнішніх ринках за допомогою математико-статистичних і картографічних методів;
- формування та аналіз системи геолого-економічних показників флюсової сировини для металургії України;
- вивчення генетичних, промислових типів проявів плавикового шпату та карбонатної сировини з метою виявлення найбільш перспективних об'єктів МСБ;
- оцінка природно-ресурсної бази флюсової сировини України за геологічними, техніко-економічними та технологічними показниками.
- огляд сучасних підходів та методик вартісної оцінки родовищ корисних копалин та їх адаптація до родовищ України;
- аналіз доцільності розробки потенційних об'єктів флюсової сировинної бази України і визначення шляхів впливу фінансово-економічних факторів на показники ефективності їх використання;
- визначення потенційних джерел фінансування перспективних об'єктів для створення на їх базі власного виробництва та можливих шляхів скорочення потреб України в імпорті плавиковошпатової продукції.

Інформаційними джерелами досліджень були матеріали ДП "Геоінформ", Державної геологічної служби України, Держкомстату України, Мінпромполітики України, ІГН НАНУ та РВПС України, праці вітчизняних та зарубіжних вчених з питань теорії та практики геолого-економічної, вартісної оцінки родовищ корисних копалин, аналізу економічної ефективності їх експлуатації.

При вирішенні поставлених задач використовувались загальнонаукові методи досліджень та спеціальні методи економічних досліджень: групування фактичного матеріалу за різними ознаками, його узагальнення, системний аналіз (вивчення явищ в динаміці та взаємозв'язку), статистичні (аналіз кореляцій і регресії) та картографічні методи для об'єктів на початкових етапах вивчення (прогнозних і перспективних ресурсів та попередньо розвіданих запасів); затверджені методики геолого-економічної оцінки родовищ (із визначенням показників чистої поточної вартості родовищ та внутрішньої норми прибутку) – для розвіданих родовищ.

При дослідженні кон'юнктури ринків плавиковошпатової продукції застосовувались інструменти статистичного аналізу (рівні росту та приросту, методи динамічних рядів). Для оцінки перспективності родовищ плавикового шпату в Україні використовувався доходний підхід, а саме метод дисконтування грошових потоків та методика розрахунку товарної вартості прогнозних ресурсів і запасів твердих корисних копалин за допомогою коефіцієнтів приведення вартості товарного продукту до товарної вартості прогнозних ресурсів або запасів в надрах.

Для прогнозних і перспективних ресурсів та попередньо розвіданих запасів флюсової сировини було проведено оцінку із використанням інструментів кореляційного та регресійного аналізу та визначення вартості корисних копалин за методикою коефіцієнтів приведення для перспективних родовищ та проявів флюсових вапняків та доломітів.

Автори вдячні за допомогу в проведенні досліджень, надання матеріалів, обговорення і доброзичливу критику отриманих результатів академіку НАН України і чл.-кор. РАН Є.О.Кулішу, чл.-кор. НАН України Е.Я.Жовинському, докторам наук О.І.Плотнікову, В.О.Шумлянському, Б.І.Малюку, К.І.Деревській, В.С.Мищенко, О.І.Зарицькому, члену колегії ДКЗ України Д.М.Чумаку, заступнику міністра охорони навколишнього природного середовища, кандидату геол. наук Д.С.Гурському, голові ДГС України Д.Д.Мормулю, співробітникам ДГС України І.В.Антаковій, М.В.Гейченку, А.А.Дзідзінському, М.В.Кочкуру, Ю.А.Кочубею, М.О.Паршиній, завідувачу відділом УкрДГРІ О.І.Левченку та багатьом іншим. Велику допомогу в проведенні досліджень і оформленні результатів надали співробітники геологічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка: декан факультету, доктор геологічних наук, професор С.А.Вижва, заступник декана з наукової роботи кандидат геол. наук, доцент І.В.Віршило, доктор геологічних наук, професор М.М.Коржнев, інженери НДЧ О.А.Андреєва, Г.В.Донченко, В.О.Дьяченко та ін. Всім їм автори висловлюють велику подяку і сподіваються на подальшу плідну співпрацю.

РОЗДІЛ I

ЗАГАЛЬНА ОЦІНКА ВІТЧИЗНЯНОЇ МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННОЇ БАЗИ ФЛЮСОВОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ МЕТАЛУРГІЇ

1.1. Проблеми становлення вітчизняної мінерально-сировинної бази флюсової сировини

Україна є державою з потужною металургійною галуззю, що зумовлює значну потребу у флюсовій сировині – плавиковому шпаті (флюориті), флюсових вапняках і доломітах. Проблема забезпечення металургійної промисловості флюсовою сировиною має багаторічну історію.

До кінця 1950-х років територія України не розглядалася як потенційно перспективна відносно виявлення флюоритових родовищ. Лише з відкриттям *Покрово-Кириївського* в Приазов'ї та *Бахтинського* на Поділлі родовищ, багатьох рудопроявів флюориту в названих районах та в північно-західній частині Українського щита (УЩ) уяви про флюоритоносність України були переглянуті [Жовинский, 1979, 1980, 1983].

В 1950–60-х рр. детально вивчалась флюоритоносність Східного Приазов'я та зони його зчленування з Донбасом. Перші дослідження флюоритових проявів масиву лужних порід р. Кальміус проводились в *Кальміуській* тектонічній зоні в 1940-х рр. (В.И.Кузьменко, 1940 г.), в 1944–45 рр. тут проведені розвідувальні роботи на *Петровському* родовищі паразиту (Ф.В.Полконин, 1946 г.). Розвідка *Покрово-Кириївського* родовища почалася наприкінці 1950-х рр. геологами "Південьургеології" (О.М.Стремовський, О.І.Зарицький та ін.), а в 1961 р. були затверджені запаси родовища (А.И.Зарицкий и др., 1960 г.; А.М.Стремовский, А.И.Пивовар, 1973 г.; А.М.Стремовский и др., 1977 г.) [Временная..., 1980]. В 1980-х рр. у зв'язку з пропозицією використовувати в металургійному виробництві не лише низькосортні карбонатно-флюоритові руди, але й вапняки з вмістом CaF_2 до 15 %, на *Покрово-Кириївському* родовищі та його флангах проводились детальні пошуки оплакованих вапняків (А.М.Стремовский, В.В.Галицкий, 1985 г.). За весь період робіт по плавиковому шпату крім *Покрово-Кириївського* родовища в цій зоні було виявлено 22 рудопрояви з промисловим вмістом плавикового шпату – *Петрово-Гнутівський*, *Чермалик*, *Дружба*, *Вишневий*, *Войківський*, *Водяний*, *Кипуча Криниця* та ін. [Зарицкий, 1980; Зарицкий, Стремовский, 1966; Лазаренко и др., 1975; Стремовский, 1980]. Складна морфологія рудних тіл, невитриманість

за простяганням і падінням не дозволили дати вичерпну геолого-економічну оцінку виявленим рудопроявам і перевести їх до рангу родовищ. Через складні гідро- та інженерно-геологічні умови, незважаючи на затверджені запаси, питання про освоєння *Покрово-Кириївського* родовища флюориту так і не вирішилося.

Бахтинське родовище флюориту відкрито в 1962 р., коли під час проведення геологічної зйомки у Подільській фтороносній області було виявлено своєрідний „бахтинський” тип зруденіння, представлений лінзами пісковиків з флюоритовим цементом [Гурова, 1966; Деревська, 1992; Дусяцкий, Металиди, 1980; Зарицкий и др., 1973; Нечаев, 1974, 1978]. Тоді родовище отримало негативну економічну оцінку Інституту мінеральних ресурсів через низький вміст CaF_2 , хоча руди відносно просто збагачувались. Роботи на родовищі проводились і протягом 1980-х років ДГП „Північукргеологія”. В 1993 р. Мінпром та Держкомгеологією України було прийнято постанову про посилення та максимальне прискорення геологорозвідувальних робіт на цьому об’єкті і в 2000 р. за підсумками майже 40-річних робіт ДКЗ України затвердила запаси флюоритових руд та супутніх елементів *Бахтинського* родовища та рекомендувала проведення його промислово-дослідної розробки [Гурський та ін., 1999; Шепель, Кузменко, 2002].

В 1960–70-х рр. досліджувались прояви фтору в північно-західній частині УЩ, пов’язані головним чином з метасоматичними і грейзенізованими породами *Суцано-Пержанської* зони, меншою мірою – з гранітоїдами *Коростенського* плутону [Зарицкий, 1980; Зарицкий и др., 1973; Юрк и др., 1973]. В результаті пошукових робіт в 1959–61, 1978–83 рр. в межах *Пержанського* рудного поля були виявлені рудопрояви *Яструбецький, Центральний та Західно-Яструбецький*, технологічними дослідженнями була встановлена можливість отримання з їхніх руд концентратів з вмістом CaF_2 85–92 % (Г.И.Кириллов, Э.Я.Жовинский, 1994 г.).

Прояви флюоритової мінералізації були встановлені також в центральній частині УЩ, в *Кіровоградсько-Черкаській* зоні розломів [Геология и генезис..., 1986; Шумлянский, 1983].

Державним балансом корисних копалин обліковані два родовища флюориту із балансовими запасами руди за категорією А+В+С₁ – 6085 тис. т (CaF_2 – 1821 тис. т); С₂ – 14010 тис. т (CaF_2 – 2088 тис. т); позабалансовими – 161 тис. т (CaF_2 – 35 тис. т); прогнозними ресурсами – 18000 тис. т [Бордюгов, 2000; Гурський, 2008; Державний баланс..., 2003].

Родовища карбонатних порід, які є флюсовою сировиною (вапняки, доломіти, доломітизовані вапняки), розвідані в Дніпропетровській, Донецькій областях та АР Крим. Державним балансом запасів України враховано 14 родовищ флюсових вапняків, з яких 8 розробляються; загальні запаси сировини становлять 2,5 млрд т; у контурах діючих

кар'єрів – 950 млн т. Також на державному балансі знаходяться 7 родовищ доломіту із загальними запасами біля 380 млн т, з яких 3 розробляються. На сьогоднішній день гірничодобувні підприємства повністю забезпечені запасами флюсової сировини, проте більшість запасів непридатна для сучасного конверторного та електроплавильного виробництва сталі і може використовуватись лише у застарілому доменно-мартенівському процесі.

Високоякісні вапняки пов'язані з рифовими формаціями карбону і пермі Донбасу, де розробляються *Оленівське, Новотроїцьке, Каракубське, Стельське* родовища, є резервні – *Північно-Шевченківське, Першотравневе* та ін.

Оленівське родовище складено вапняками (СаО 52–54 %), доломітованими вапняками (СаО 36–47 %), доломітами, розробляється Докучаєвським флюсодоломітовим комбінатом, продуктивність кар'єру понад 6 млн т на рік, річний видобуток біля 2 млн т.

Новотроїцьке родовище складено вапняками (СаО 45–55 %), доломітованими вапняками (СаО 38–44 %), доломітами, розробляється Новотроїцьким рудоуправлінням (РУ), продуктивність 400 тис. т на рік.

Каракубське родовище складено вапняками (СаО 52–55 %), доломітованими вапняками, розробляється Комсомольським рудоуправлінням, продуктивність кар'єру 8 млн т на рік, реальна забезпеченість високоякісною сировиною не перевищує 15–17 років.

Якість вапняків **Північно-Шевченківського** (СаО 53,5 %) і **Першотравневого** (СаО 53–54 %) родовищ відповідає сировині родовищ, що розробляються, але їх освоєння ускладнено через значну потужність покрівлі, віддаленість від рудоуправління, розташування в зоні впливу водосховищ на р. Мокра Волноваха.

В Донбасі приріст запасів конверторних вапняків можливий тільки на *Оленівському, Новотроїцькому, Каракубському, Північно-Шевченківському* родовищах.

В Криму розвідано 7 родовищ флюсових вапняків із запасами близько 1 млрд т (*Гасфорт, Кадиківське, Псилерахи, Каранське, Західно-Балаклавське, Родниківське, Краснопартизанське*). Розробляється *Кадиківське* родовище (видобуток близько 5 млн т на рік) і *Краснопартизанське*, для доменного виробництва вивчені родовища *Псилерахи* і *Каранське*, але вихід конверторних вапняків на цих родовищах не перевищить 15–19 %.

Для видобутку конверторних вапняків найперспективнішим є **родовище Гасфорт**, складене потужним (до 600 м) покладом вапняків верхньої юри. Розвідані запаси вапняків – 347 млн т (флюсових – 305 млн т, 84 % запасів з яких придатні для конверторного виробництва).

Основні запаси і весь видобуток доломіту (біля 700 тис. т на рік) для металургії зосереджені в Донбасі, де в карбоні *Волноваської* зони роз-

міщені *Стильське, Новотроїцьке, Оленівське, Північно-Шевченківське, Каракубське* родовища. Прогнозні ресурси доломітів і доломітизованих вапняків – 2 млрд т. Розробляються родовища *Стильське, Оленівське і Новотроїцьке*. На жаль, породи всіх родовищ, крім *Стильського*, можуть використовуватися тільки для доменного і мартенівського виробництва.

Видобутком флюсового вапняку зараз займаються 6 підприємств, серед яких спеціалізованими з видобутку флюсової сировини є Комсомольське і Новотроїцьке рудоуправління, Докучаївський флюсодоломітний комбінат, Балаклавське рудоуправління.

Геолого-економічна оцінка об'єктів мінерально-сировинної бази (у тому числі флюсової сировини) виконувалась в більшості випадків за радянських часів на засадах планової економіки, яка не відповідає вимогам і принципам сучасної відкритої ринкової економіки [Арбатов, Шакай, 1981; Аюшиев и др., 1984; Богаров и др., 1974; Каганович, 1975; Каждан, Кобахидзе, 1985; Протасов, 1988; Протасов, Дамаскинський, 1990]. Остання, на відміну від економіко-адміністративної системи часів „розвиненого соціалізму” характеризується саморегулюванням виробництва на основі вільних цін, співвідношення попиту і пропозиції, конкуренції. Але в багатьох сучасних роботах і досі використовують дані радянських часів (особливо щодо структури споживання, цін на сировину тощо). Тому вивчення сучасного стану ринку (світового та регіонального) флюсової сировини, є актуальним і необхідним для розвитку її МСБ.

Наразі все більшого значення набуває вартісна оцінка родовищ корисних копалин, методика якої повинна задовольняти вимогам сучасного економічного аналізу, особливо щодо питань економічної ефективності інвестиційних проектів підприємств на базі відомих родовищ мінеральної сировини [Крылов, Лобов, 2003; Лузан, 2001; Никитина, Муравьева, 2004; Плотніков та ін., 2004; Шумилин, 1997]. Поступово відбувається перегляд деяких інструктивно-методичних матеріалів [Мищенко, Снісар, 1998].

Основними застарілими принципами геолого-економічної оцінки родовищ, які потребують перегляду, є:

- неврахування фактору часу при визначенні величини сумарної економічної доцільності розробки родовищ;
- проведення оцінки родовищ в межах усього часу відпрацювання його запасів, що передбачається;
- використання в розрахунках встановлених оптових або кадастрових цін;
- орієнтація на директивне встановлений рівень попиту на сировину на весь час розробки родовища.

Щодо першої позиції, то можна запропонувати застосування процедури дисконтування не тільки для поточної оцінки родовища, але й

навіть при виборі варіантів оконтурювання, що дасть змогу встановити жорсткіші кондиції для підрахунку запасів, і таким чином забезпечить вищу якість мінеральної сировини розвіданих родовищ у контурах балансових запасів [Мищенко, Снісар, 1998].

Друга позиція пов'язана з визначенням часу, в межах якого виконується економічна оцінка. Тут треба мати на увазі, що родовище не обов'язково потребує розвідки у повному обсязі як цілісна одиниця, оскільки його запаси можуть виявитися значно більшими, ніж необхідно для задоволення поточного попиту на ринку конкретного виду мінеральної сировини. Капіталовкладення в геологічну розвідку всього родовища призводить до зв'язування інвестиційних ресурсів і збільшення витратної частини проекту.

Щодо обґрунтування ціни, яка використовується в розрахунках вартісної оцінки родовища, то тут рекомендується виконувати маркетингові дослідження потенційних споживачів, а також враховувати можливі зміни похідного попиту, що залежить від стану суміжних секторів економіки. Вихідною інформацією для визначення річної потужності підприємства в умовах ринкового середовища є відомості про обсяг попиту на внутрішньому ринку на даний вид продукції та можливості її експорту [Гурський, Шимків, 1996; Мищенко, 2004; Мищенко, Снісар, 1998].

Разом з геологічними та технологічними показниками запасів мінеральної сировини обов'язково треба використовувати і їх фінансову характеристику, як категорію гірничого капіталу, який характеризується чистою поточною вартістю родовища та пов'язаними з нею показниками рентабельності, внутрішньої норми прибутку, часу окупності інвестицій [Мищенко, Снісар, 1998].

Таким чином, відкритим залишається питання всебічної сучасної вартісної оцінки перспективних об'єктів МСБ флюсової сировини України, вирішення якого є надзвичайно актуальним, беручи до уваги стратегічне значення цього виду корисної копалини для розвитку металургійної галузі України [Гурський, 2008; Михайлов, Кулиш, 2005].

1.2. Сучасні вимоги металургійної промисловості до якості флюсової сировини

Використання плавикового шпату у виробництві сталі базується на його відносно низькій температурі плавлення (1270°) і летючості. Ця сировина надає текучості шлакоутворювальній масі з низькою температурою плавлення, до якої відходять сірка та фосфор із залізної руди. Відповідно вміст цих елементів у флюориті є шкідливим. В мартенівських печах флюорит використовують у вигляді крупних кусків, для того,

щоб запобігти його видуванню повітрям або газом (крупніше 3 мм – 50 % частинок, дрібніше 1 мм – 20 %, оптимальний розмір 12x18 мм) [Романович, 1986]. Можна також використовувати пеллети з концентрату, який отримується при флотації. Для виробництва 1 т сталі мартенівським способом необхідно близько 1,6 кг флюориту, в електричних печах – 4 кг, в кисневому конверторі – 6 кг. Вміст флюориту деколи оцінюють в “ефективних” відсотках (із вмісту CaF_2 віднімають вміст SiO_2 , помножують на 2,5, а результат повинен бути не менше 60 %). Металургія споживає більше третини усього видобутого флюориту.

У флюоритовій групі сировини можна виділити чотири основних сорти: хімічний (кислотний), металургійний (флюсовий), емалевий (керамічний), оптичний. Сировина для хімічної промисловості має містити 95–97 % CaF_2 , для металургії – 85 % і керамічної промисловості – 90–93 % відповідно.

За масовою часткою флюориту серед флюоритовмісних порід і руд виділяють наступні різновиди: флюоритовмісні породи (3–5 %); низькосортні руди (15–35 %); середньосортні руди (35–75 %); високосортні (більше 75 %). Як показує практика, самостійне промислове значення мають лише ті родовища плавикового шпату, руди яких містять не менше 30 % CaF_2 . Бідніші руди можна використовувати лише при дуже сприятливих умовах (дуже великі запаси, легка збагачуваність, наявність місцевих споживачів, які не висувають особливо жорстких вимог до якості сировини, особливо сприятливе географічне розташування). Проте у випадках, коли одночасно з флюоритом із руд попутно можна вилучати і інші цінні компоненти, тобто при комплексному використанні сировини, вміст CaF_2 може бути значно нижчим. В такому випадку кондиції для комплексної руди повинні визначатись окремо в кожному випадку.

Згідно державним стандартам виділяють наступні марки плавикового шпату: флюорит рядовий – ФР-55, ФР-40, ФР-30, ФР-20; флюорит кусковий сортований – ФК-95А, ФК-95Б, ФК-92, ФК-85, ФК-75, ФК-65; флюоритовий концентрат гравітаційний – ФГ-95А, ФГ-95Б, ФГ-92, ФГ-85, ФГ-75, ФГ-65; флюоритовий концентрат флотаційний – ФФ-97А, ФФ-97Б, ФФ-95А, ФФ-92; флюоритові окатиші обпалені – ФО-95А, ФО-95Б, ФО-92, ФО-85 (де “Ф” – флюорит, наступна літера – стан концентрату або метод його отримання, цифри відповідають масовій частці флюориту в даному продукті у %, літери “А” і “Б” відповідно означають завищену і занижену масову частку SiO_2) [Неметаллические полезные..., 1984].

Марки флюориту використовують наступним чином: ФФ-97А – для виробництва плавикової кислоти і безводного фтористого водню; ФФ-97Б – для отримання фтористих солей високої чистоти; ФФ-95А і ФФ-92 – для виробництва плавикової кислоти, безводного фтористого во-

дню, фтористих солей, що застосовують в алюмінієвій промисловості і для виробництва скловолокна; ФК-95А, ФГ-95А, ФГ-95Б і ФО-95А – для виробництва фторидних флюсів і як флюс; ФК-92, ФГ-92, ФО-92 – під час виплавки якісних сталей як флюс; ФК-85, ФГ-85, ФО-85 – як флюс під час виплавки середньо- і низьколегованих сталей та у виробництві високоякісного скла та емалей; Ф-75 та ФГ-75 – як флюс під час виплавки середньо- та низьколегованих сталей; ФК-65, ФГ-65, ФР-55 – під час виплавки сталей як флюс та у виробництві цементу; ФР-30 та ФР-20 – для збагачення і отримання більш високих марок.

Для марок флюориту крім масової частки CaF_2 нормується також і мінімально можлива масова частка домішок. Так масова частка SiO_2 в сировині марки ФФ-97А дозволена не більше 1 %, в марках ФФ-97Б, ФФ-95А, ФК-95А, ФГ-95А, ФО-95А – не більше 1,5 %; ФФ-95В, ФК-95, ФГ-95, ФО-95 – не більше 2,5 %; ФК-75, ФГ-75 – не більше 20 %; ФК-65, ФГ-65 – не більше 30 %. Нормуються також масові частки CaCO_3 , сірки, окремо сульфідної сірки і фосфору. Наприклад, CaCO_3 в марках ФФ-97А повинно бути не більше 1,5 %, а в марках ФФ-92 – не більше 3 %; сірки в марках ФФ-95А, ФК-95А, ФО-95А – не більше 0,15 %, а в марках ФК-75, ФГ-75 – не більше 0,2 %. Сульфідна сірка нормується в високих марках флюориту, для яких не нормується вміст сукупної сірки. Для більшості високих марок масова частка фосфору не повинна перевищувати 0,1 %, для марок ФК-75, ФГ-75 – 0,3 %.

Високоякісну карбонатну сировину використовують в металургії при виробництві чавуну, сталі, феросплавів і кольорових металів як флюсовий матеріал, технологічну сировину та вогнетриви. Різновидами карбонатних порід є чисельні перехідні відміни в рядах „вапняк – доломіт” та ”карбонатні породи – глини”. В табл. 1.1 наведене групування вапняково-доломітових порід за С.С.Виноградовим.

Таблиця 1.1

Групування вапняково-доломітових порід за С.С.Виноградовим

Карбонатні породи	Вміст MgO ,%
Слабо доломітизовані вапняки	1,2–4
Доломітові вапняки	4–10
Вапняки, збагачені доломітом	10–17
Сильно мергелисті вапняки	19,7–21,4
Чисті доломіти	21,4–21,8

Вапняк в доменному виробництві слугує флюсом для перетворення на шлак некорисних шкідливих компонентів шихти. Флюсові вапняки повинні бути кускуватими (60–80 мм), механічно міцними і містити максимально можливі вмісти CaCO_3 . Якість сировини багато в чому залежить від хімічного складу (табл. 1.2). Шкідливими домішками є фосфати, сульфати, пірит, оскільки фосфор та сірка переходять в чавун; ба-

ластними домішками вважаються SiO_2 , Al_2O_3 . Використання в якості флюсу доломітових вапняків буває деколи корисним, оскільки магnezія робить шлаки більш рідкими і знижує температуру їхнього плавлення.

Таблиця 1.2

Вимоги до якості карбонатної сировини при отриманні конверторної сталі

Сорт сировини	CaO, %	CaO+MgO %	SiO ₂ , %	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃ , %	S, %	P, %	F, %	R ₂ O ₃ , %
Флюсові вапняки, сорт I	>53,5		≤1,2	≤ 1,5	≤0,06		≤0,06	
Флюсові вапняки, сорт II	>52,5		<0,4		<0,09			
Доломітові вапняки, сорт I		> 53	<2		<0,06	<0,06		<1,5
Доломітові вапняки, сорт II		> 51,5	<2,5		<0,09	<0,06		<1,5

Можливість використання вапняку в якості флюсу визначається не тільки його хімічним складом. Важливим показником є однорідність, міцність. Дрібнозернисті, міцні, відносно пористі відміни найбільш підходять для виготовлення флюсів, особливо конверторного вапна. Міцність породи має складати не менше 20–40 МПа.

У відповідності до затверджених державних стандартів та технічних умов вимоги до одного виду сировини різняться в залежності від його конкретного призначення.

У флюсових вапняках шкідливими компонентами є сірка, фосфор, а також обмежується вміст SiO_2 та Al_2O_3 .

При доменному та мартенівському виробництві, виробництві залізорудних агломератів, електросталі, ферросталі нормуються наступні показники: CaO > 52 % – для I сорту флюсових вапняків, > 50 % – для II сорту; нерозчинного осаду – <2 % для I сорту, <4 % – для II сорту. Деколи як флюси використовують доломітизовані вапняки, до яких висувають наступні вимоги: MgO – >17 %; SiO₂ – 2,5–5; R₂O₃ (Al₂O₃ + Fe₂O₃) <4 %. Їх використовують набагато рідше, і лише в доменному і агломераційному процесах.

Для отримання 1 т чавуну потрібно 40–100 кг вапняку, для виробництва 1 т електросталі або конверторної сталі – 120–160 кг; для отримання 1 т мартенівської сталі – 100–150 кг.

В кольоровій металургії вапняки і доломіти використовують в якості флюсу, технологічної сировини, а також для виробництва вапна, яке застосовують при збагаченні руд.

Вапняки використовують також при переробці нефелінових руд. Для отримання 1 т глинозему витрачається 5–7 т вапняку та 4 т нефелінового концентрату. Крім вмісту компонентів, які наведені в табл. 1.3, обмежується також частка MgO.

Таблиця 1.3

Вимоги до якості флюсових вапняків при переробці нефелінових руд

Сорт мінеральної сировини	Вміст CaO, %	Вміст SiO ₂ , %	Вміст Fe ₂ O ₃ , %
Флюсові вапняки, сорт I	>53	≤2	≤0,6
Флюсові вапняки, сорт II	>52	≤3	≤0,6
Флюсові вапняки, сорт III	>49	≤4	≤0,6
Флюсові вапняки, сорт IV	>48	≤5	≤0,6

Карбонатні породи в якості флюсів використовують при виплавці кольорових металів: міді (обмежується частка нерозчинного осаду, нормується вміст CaO), при переробці оксидно-силікатних нікелевих руд (використовують вапняк із вмістом CaO > 50 %), при переробці свинцевих руд (використовують вапняк із вмістом CaO > 47 %), руд сурми та олова.

Основними оціночними показниками якості сировини є вміст в вапняках, в %: SiO₂; CaO; MgO; R₂O₃; P; S; H₂O (нерозчинний залишок). Відповідно вмісту оціночних компонентів виділяються наступні, визначені нормативними документами, технологічні сортові різновиди корисної копалини:

- для виробництва феросплавів Ф-1 (сорт 1), Ф-2 (сорт 2);
- для сталеплавильного виробництва С-1 (сорт 1), С-2 (сорт 2);
- для мартенівського виробництва М-1 (сорт 1), М-2 (сорт 2);
- для доменного виробництва Ч-1 (сорт 1), Ч-2 (сорт 2);
- для виробництва щебеню будівельного Щ

Головною проблемою розвитку мінерально-сировинної бази флюсових вапняків наразі є забезпечення вітчизняних підприємств конверторними вапняками, які придатні для виробництва сталі конверторним і електросталеплавильним способами. Вимоги до якісних характеристик цього виду сировини є більш жорсткими ніж для інших марок вапняків як щодо хімічного складу, так і механічної міцності корисної копалини. Технічні вимоги до якості флюсових вапняків різних марок наведені в табл. 1.4. Як видно з вимог, основними показниками, які використовують для оцінки якості сировини є вміст CaO, MgO, SiO₂, S, P, а також показник межі міцності при стисканні.

Таблиця 1.4

Технічні вимоги до якості флюсових вапняків для різних галузей використання

Найменування нормативних документів по видам використання корисної копалини	Технологічний сорт	Масова частка компонентів, що оцінюються, %							Марка вапняку
		CaO	MgO	SiO ₂	S	P	H ₂ O	R ₂ O ₃	
		Не менше	Не більше	Не більше	Не більше	Не більше	Не більше	Не більше	
Вапняки флюсові для конверторного і сталеплавильного виробництва	1с	54,0	3,5	1,5	0,06	0,01	-	-	Ф-1
	2с	53,0	3,5	2,0	0,09	0,01	-	-	Ф-2
	1с	53,5	5,0	1,5	0,06	0,06	-	-	С-1
	2с	52,5	5,0	2,0	0,09	0,06	-	-	С-1
Вапняки флюсові для мартенівського виробництва	1с	53,0	-	1,5	-	-	-	-	М-1
	2с	51,0	-	3,0	-	-	-	-	М-2
Вапняки флюсові для доменного виробництва	1с	-	5,0	-	-	-	2,0	-	Ч-1
	2с	-	5,0	-	-	-	4,0	-	Ч-2
Вапняки для виробництва кальцинованої соди	1с	53,2	1,4	2,0	0,235	-	-	1,0	С-1
	2с	51,5	1,9	4,0	0,353	-	-	1,0	С-2
Некондиційні (будівельні) вапняки для виробництва щебеню	-	-	-	-	-	-	-	-	Щ
Вапняки для конверторного виробництва	1с	53,5	-	1,2	0,06	0,06	-	1,5	
	2с	52,5	-	2,0	0,09	0,06	-	1,5	
Вапняки для електросталеплавильного виробництва	-	53–55	0,5–3,0	1,0	0,05	0,03	-	1,0	П.П.П. 42– 43%
Вапняки для виплавки ливарного чугунка	-	49,52	3,5	1,6–4,0	-	-	2–5 (+SiO ₂)	2–3	

1.3. Класифікація запасів і ресурсів родовищ флюсової сировини при проведенні геолого-економічної оцінки

Класифікація запасів та ресурсів корисних копалин є основою для підрахунку, геолого-економічної оцінки і державного обліку корисних копалин. Вона встановлює єдині принципи кількісної оцінки запасів та ресурсів корисних копалин, які є методологічною основою геологорозвідувального процесу. Діюча на сьогодні в Україні Класифікація є нормативно-правовим актом і була затверджена в 1997 р. Цей документ регламентує стадійність проведення геологорозвідувальних робіт, вимоги до комплексного геологічного і техніко-економічного вивчення корисних копалин на різних стадіях процесу, методи виконання робіт і обробки їх результатів, способи підрахунку та геолого-економічної оцінки запасів і ресурсів корисних копалин.

Класифікація передбачає розподіл запасів і ресурсів за наступними ознаками: промисловим значенням (або рівнем економічної ефективності), ступенем техніко-економічного та геологічного вивчення. За першою ознакою – промисловим значенням – запаси корисних копалин поділяються на три групи [Постанова..., 1997]:

1. **Балансові** – запаси, які на момент оцінки згідно з техніко-економічними розрахунками можна економічно ефективно видобути і використати при сучасному рівні розвитку техніки і технології видобутку та переробки мінеральної сировини, що забезпечує дотримання вимог раціонального, комплексного використання корисних копалин і охорони природи.
2. **Умовно балансові** – запаси, ефективність видобутку і використання яких на момент оцінки не може бути однозначно визначена, а також запаси, що відповідають вимогам до балансових запасів, але з різних причин не можуть бути використані на момент оцінки.
3. **Позабалансові** – запаси, видобуток і використання яких на момент оцінки є економічно недоцільним, але в майбутньому вони можуть стати об'єктом промислового значення.

За ступенем техніко-економічного вивчення запаси і ресурси корисних копалин поділяються на три групи:

1. Запаси корисних копалин, на базі яких проведено детальну геолого-економічну оцінку ефективності їх промислового освоєння, матеріали якої, включаючи техніко-економічне обґрунтування постійних кондицій на мінеральну сировину, затверджені ДКЗ.
2. Запаси корисних копалин, на базі яких проведено попередню геолого-економічну оцінку їх промислового значення, а матеріали техніко-економічної доповіді про доцільність подальшої розвідки родовища, включаючи обґрунтування тимчасових кондицій на мінеральну сировину, апробовані ДКЗ або замовником геологорозвідувальних робіт.
3. Запаси і ресурси корисних копалин, на базі яких проведено початкову геолого-економічну оцінку можливого промислового значення перспек-

тивної ділянки надр, а матеріали техніко-економічних міркувань про доцільність проведення подальших пошуково-розвідувальних робіт, параметри попередніх кондицій на мінеральну сировину схвалені замовником геологорозвідувальних робіт.

За ступенем геологічного вивчення запаси та ресурси корисних копалин поділяються на такі групи:

1. **Розвідані (доведені) запаси** – обсяги корисних копалин, кількість, якість, технологічні властивості, гірничо-геологічні, гідрогеологічні та інші умови залягання яких вивчені з повнотою, достатньою для опрацювання проектів будівництва гірничодобувних об'єктів.
2. **Попередньо розвідані (ймовірні) запаси** – обсяги корисних копалин, кількість, якість, технологічні властивості, гірничо-геологічні, гідрогеологічні та інші умови яких вивчені з повнотою, достатньою для визначення промислового значення об'єкту.
3. **Перспективні ресурси** – обсяги корисних копалин, кількісно оцінені за результатами геологічного, геофізичного, геохімічного та іншого вивчення ділянок у межах продуктивних площ з відомими родовищами корисних копалин певного геолого-промислового типу.
4. **Прогнозні ресурси** – обсяги корисних копалин, що враховують потенційну можливість формування родовищ певних геолого-промислових типів, що ґрунтується на позитивних стратиграфічних, літологічних, тектонічних, мінерагенічних, палеогеографічних та інших передумовах, встановлених у межах перспективних площ, де промислові родовища ще не відкриті.

Запаси і ресурси корисних копалин, що характеризуються певним рівнем промислового значення і ступенем техніко-економічного і геологічного вивчення, розподілені на класи, які ідентифікуються за допомогою міжнародного цифрового коду.

Результати класифікації запасів і ресурсів родовищ флюсової сировини за переліченими ознаками наведені в табл. 1.5.

Таблиця 1.5

Запаси і ресурси родовищ флюсової сировини

Родовище/прояв (категорії запасів, ресурсів)	Ознаки класифікації			Код класу
	Промислове значення	Ступінь техніко-економічного вивчення	Ступінь геологічного вивчення	
Родовища плавикового шпату				
Бахтинське В+С ₁ +С ₂	балансове	ГЕО-1	Розвідані (доведені) запаси	111
Прояви флюоритової мінералізації Бахтинського поля				
Золотогірський Р ₃	не визначено	ГЕО-3	Прогнозні ресурси	334
Старогутівський Р ₃	не визначено	ГЕО-3	Прогнозні ресурси	334

Посуховський P ₃	не визначено	ГЕО-3	Прогнозні ресурси	334
Перкорінецький P ₃	не визначено	ГЕО-3	Прогнозні ресурси	334
Сказинецький P ₃	не визначено	ГЕО-3	Прогнозні ресурси	334
Дерешковський P ₃	не визначено	ГЕО-3	Прогнозні ресурси	334
Віножський P ₁	не визначено	ГЕО-3	Перспективні ресурси	333
Немерчинський P ₃	не визначено	ГЕО-3	Прогнозні ресурси	334
Інші родовища і прояви плавикового шпату				
Покрово-Кириївське V+C ₁ +C ₂	балансове	ГЕО-2	Розвідані (доведені) запаси	121
Волноваська, Покрово-Кириївська зона в цілому P ₂ +P ₃			Перспективні, прогнозні ресурси	
Суцано-Пержанська зона P ₂ +P ₃	не визначено	ГЕО-3	Перспективні, прогнозні ресурси	333
Центральний прояв P ₂	не визначено	ГЕО-3	Перспективні ресурси	333
Яструбецький прояв P ₃	не визначено	ГЕО-3	Прогнозні ресурси	334
Бобринецький прояв P ₂ +P ₃	не визначено	ГЕО-3	Перспективні ресурси	333
Родовища флюсових вапняків				
Оленівське A+V+C ₁	балансове	ГЕО-1	Розвідані (доведені) запаси	111
Новотроїцьке A+V+C ₁	балансове	ГЕО-1	Розвідані (доведені) запаси	111
Каракубське A+V+C ₁	балансове	ГЕО-1	Розвідані (доведені) запаси	111
Північно-Шевченківське V+C ₁ +C ₂	балансове	ГЕО-2	Розвідані (доведені) запаси	121
Балка Безводна V+C ₁ Оленівського родовища	балансове	ГЕО-2	Розвідані (доведені) запаси	121
Родниківське C ₁ +C ₂	балансове	ГЕО-1	Розвідані (доведені) запаси	111
Первомайське V+C ₁	балансове	ГЕО-2	Попередньо розвідані (ймовірні) запаси	122
Балка Водяна C ₁ +C ₂	балансове	ГЕО-2	Попередньо розвідані (ймовірні) запаси	122
Південно-Шевченківське C ₂ +P ₁	умовно балансове	ГЕО-2	Попередньо розвідані (ймовірні) запаси	222
Південно-Донецьке C ₂ +P ₁	умовно балансове	ГЕО-2	Попередньо розвідані (ймовірні) запаси	222
Покрово-Кириївське, флюоритизованих вапняків V+C ₁	умовно балансове	ГЕО-2	Попередньо розвідані (ймовірні) запаси	222
Кадиківське A+V+C ₁	балансове	ГЕО-1	Розвідані (доведені) запаси	111

Псілерахське А+В+С ₁	балансове	ГЕО-1	Розвідані (доведені) запаси	111
Гасфорт В+С ₁	умовно балансове	ГЕО-2	Розвідані (доведені) запаси	121
Каранське В+С ₁ +С ₂	балансове	ГЕО-2	Розвідані (доведені) запаси	121
Кранопартизанське А+В+С ₁	балансове	ГЕО-1	Розвідані (доведені) запаси	111
Південно-Бачерівське В+С ₁ +С ₂	балансове	ГЕО-2	Розвідані (доведені) запаси	121
Східно-Бачерівське А+В+С ₁	балансове	ГЕО-1	Розвідані (доведені) запаси	111
Високопільське С ₁ +С ₂ (комплексне)	умовно балансове	ГЕО-2	Попередньо розвідані (ймовірні) запаси	121
Родовища та прояви доломіту та доломітизованих вапняків				
Оленівське А+В+С ₁	балансове	ГЕО-1	Розвідані (доведені) запаси	111
Новотроїцьке А+В+С ₁	балансове	ГЕО-1	Розвідані (доведені) запаси	111
Каракубське А+В+С ₁	балансове	ГЕО-1	Розвідані (доведені) запаси	111
Родниківське С ₁ +С ₂	балансове	ГЕО-1	Розвідані (доведені) запаси	111
Північно-Шевченківське С ₁ +С ₂	балансове	ГЕО-2	Розвідані (доведені) запаси	121
Стильське А+В+С ₁	балансове	ГЕО-1	Розвідані (доведені) запаси	111
Волноваська зона в цілому Р ₁ +Р ₂			Перспективні, прогностичні ресурси	
Ямське В+С ₁	балансове	ГЕО-2	Розвідані (доведені) запаси	121
Аннівська Гольма С ₁ +С ₂	умовно балансове	ГЕО-2	Попередньо розвідані (ймовірні) запаси	122
Негребівське В+С ₁ +Р ₁ +Р ₂	умовно балансове	ГЕО-2	Попередньо розвідані (ймовірні) запаси	222
Криворізьке С ₁ +С ₂	умовно балансове	ГЕО-2	Попередньо розвідані (ймовірні) запаси	222
Кузинське С ₁ +С ₂	умовно балансове	ГЕО-2	Попередньо розвідані (ймовірні) запаси	222
Завалівське С ₁ +С ₂	умовно балансове	ГЕО-2	Попередньо розвідані (ймовірні) запаси	222

1.4. Головні чинники та показники промислової цінності родовищ флюсової сировини

Промислова цінність родовищ будь-яких корисних копалин визначається прибутком, який можна отримати в процесі їх освоєння та продажу мінеральної сировини. На економічну цінність родовищ корисних копалин в умовах ринкової економіки впливає значна кількість різноманітних факторів, серед яких можна виділити такі найголовніші групи [Вельмер, 2001; Дергачев и др., 2000; Міщенко, 2004, 2007]:

- **геологічні** – особливості будови родовища, розмір і морфологія рудних покладів, кількість промислових запасів, особливості залягання рудних тіл і таке інше;
- **гірничо-геологічні** – багатоярусний характер і глибина зруденіння, мінливість літологічного складу і фізико-механічних властивостей вміщуючих порід, характер розривної тектоніки, структурно-морфологічні типи рудних тіл (штокверки, жили, лінзи, зони та ін.), потужність рудних тіл, наявність безрудних інтервалів, коефіцієнт розкриття, гідрогеологічні умови відпрацювання і багато іншого;
- **технологічні** – мінеральний і хімічний склад руд, вміст основних і супутніх компонентів, структурно-текстурні особливості руд, наявність шкідливих домішок, комплексність руд, технології переробки руд і вилучення корисних компонентів (флотаційне збагачення, гравітаційне збагачення, селективне вилучення, гідрометалургічні методи, кислотне вилуговування і таке інше), коефіцієнт вилучення корисних компонентів та ін.;
- **економічні** – рівень попиту і споживання, наявність ринків збуту, сприятливість міжнародної кон'юнктури, рівень конкуренції, ціни на продукцію, собівартість продукції, капітальні витрати на гірничо-металургійний комплекс, експлуатаційні витрати, розмір прибутків, рівень рентабельності розробки родовища, ринкова вартість кінцевого продукту, вартість випереджуючих геологорозвідувальних робіт тощо;
- **техніко-економічні** – розмір гірничодобувного підприємства, способи розробки родовища (наприклад, кар'єрний чи підземними гірничими виробками), рівень механізації підприємства тощо;
- **природно-географічні** – кліматичні особливості місцевості, тип рельєфу, наявність інфраструктури (шляхи сполучення, умови енергозабезпеченості і водопостачання, наявність місцевих будівельних матеріалів і ресурсів палива), забезпеченість робочою силою та ін.;
- **екологічні** – існування особливих природних об'єктів, що охороняються (заповідники, заказники, національні парки), господарська цінність земель, що відчужуються (сільгоспугіддя, ліси), можливі екологічні наслідки від порушення цілісності надр, водного режиму та ін., витрати на рекультивуацію земель і мінімізацію негативних екологічних наслідків розробки родовища і таке інше;
- **політичні** – стабільність і демократичність політичної системи країни; наявність законодавчої бази; інвестиційна політика держави, система

оподаткування і рентного регулювання, методи державного регулювання використання надр тощо.

Промислове значення родовищ флюсової сировини визначається в першу чергу наступними факторами:

- морфологією і умовами залягання тіла корисної копалини;
- якістю корисної копалини і ступенем її витриманості;
- кількістю запасів;
- економіко-географічними (розвитком відповідної інфраструктури) та екологічними умовами в регіоні; технологічними і технічними особливостями розробки родовищ та ін.

Детально фактори промислової цінності родовищ флюсової сировини розглядаються для окремих геолого-промислових типів родовищ і технологічних типів руд і характеризуються у наступних розділах.

РОЗДІЛ II

ОСНОВНІ МЕТОДИ ТА ПОКАЗНИКИ ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН НА ОКРЕМИХ СТАДІЯХ ГЕОЛОГОРОЗВІДУВАЛЬНИХ РОБІТ

2.1. Стадійність проведення геолого-економічної оцінки родовищ корисних копалин

Головним нормативним документом, який регламентує проведення геолого-економічної оцінки родовищ корисних копалин та визначає загальні вимоги і підходи при її проведенні є Класифікація запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр. Конкретні методика, показники при оцінці родовищ наведені у відповідних документах ДКЗ України – Положення про порядок розробки та обґрунтування кондицій на мінеральну сировину для підрахунку запасів твердих корисних копалин та інших. Відповідно до перелічених нормативів геолого-економічна оцінка є періодичним аналізом результатів геологічного та техніко-економічного вивчення нагромаджень корисних копалин з метою оцінки їх промислового значення. Вона проводиться з послідовно зростаючою детальністю в залежності від стадії геологорозвідувальних робіт. На завершальних стадіях повинні бути розроблені технологічні схеми видобутку і переробки мінеральної сировини, техніко-економічні показники виробничого процесу, фінансові результати реалізації товарної продукції гірничого виробництва.

В залежності від ступеня геологічного і техніко-економічного вивчення об'єкту виділяють три стадії геолого-економічної оцінки [Постанова..., 1997]:

- **Початкова геолого-економічна оцінка (ГЕО-3)** – обґрунтування доцільності інвестування пошуково-розвідувальних робіт на ділянках, перспективних щодо відкриття родовищ корисних копалин. ГЕО-3 здійснюється на основі попередньо розвіданих запасів та кількісної оцінки ресурсів корисних копалин і надається у формі техніко-економічних міркувань (ТЕМ) про їх можливе промислове значення. Оцінка можливості промислового освоєння передбачуваних родовищ корисних копалин обґрунтовується укрупненими техніко-економічними розрахунками на основі доведеної аналогії з відомими промисловими родовищами або технічного завдання замовника геологорозвідувальних робіт.

- **Попередня геолого-економічна оцінка (ГЕО-2)** – обґрунтування доцільності промислового освоєння родовища (покладу) корисних копалин та інвестування геологорозвідувальних робіт з його розвідки і підготовки до експлуатації. ГЕО-2 здійснюється на основі попередньо розвіданих і розвіданих запасів корисних копалин, оформляється як техніко-економічна доповідь (ТЕД) про доцільність подальшої розвідки, у тому числі дослідно-промислової розробки родовища (покладу). При цьому оцінка ефективності розробки родовища проводиться на рівні кінцевої товарної продукції гірничого виробництва; техніко-економічні показники визначаються розрахунками або приймаються за аналогією.
- **Детальна геолого-економічна оцінка (ГЕО-1)** – визначення рівня економічної ефективності виробничої діяльності гірничодобувного підприємства, що створюється або реконструюється, і доцільності інвестування робіт з його проектування та будівництва. ГЕО-1 здійснюється на основі розвіданих запасів корисних копалин і включає техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) постійних кондицій для їх підрахунку. Детальність техніко-економічних розрахунків і надійність фінансових показників ГЕО-1 повинні бути достатніми для прийняття інвестиційного рішення без додаткових досліджень.

2.2. Особливості етапу початкової геолого-економічної оцінки родовищ флюсової сировини

Досконалість будь-яких методів і підходів економічної оцінки геологічних об'єктів і тим більше вибір конкретного методу як найкращого неможливо розглядати без узгодження зі ступенем вивченості цього об'єкту. Стадійним повинно бути не тільки геологічне, а й економічне вивчення надр. Такий підхід закладений у діючій Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр. Відповідно до цього документу ступінь геологічного та техніко-економічного вивчення ділянок надр узгоджується наступним чином [Постанова..., 1997].

Для перспективних та прогнозних ресурсів проводиться початкова геолого-економічна оцінка, метою якої є обґрунтування доцільності інвестування пошуково-розвідувальних робіт на ділянках, перспективних щодо відкриття родовищ корисних копалин. Промислове значення попередньо розвіданих (ймовірних) запасів визначається попередньою геолого-економічною оцінкою, яка обґрунтовує доцільність промислового освоєння родовища та інвестування геологорозвідувальних робіт з його розвідки та підготовки до експлуатації. Для розвіданих (доведених) запасів проводиться детальна геолого-економічна оцінка, метою якої є визначення економічної ефективності виробничої діяльності гірничодобувного підприємства, що створюється або реконструюється.

Таким чином на кожній стадії вивчення економічна оцінка родовищ має певні відмінності у поставлених цілях. Тому пошук універсальних методик вартісної оцінки для різних етапів геологорозвідувальних робіт є надзвичайно складним.

Особливості етапу початкової геолого-економічної оцінки пов'язані в першу чергу з неможливістю точного визначення запасів корисних копалин, що впливає на точність подальших розрахунків технологічних характеристик сировини, показників необхідних витрат на освоєння родовища тощо.

Проблемі достовірності оцінок запасів присвячено багато робіт, проте не встановлено єдиних принципів і підходів її рішення. Складності виникають у зв'язку з прогностичним характером оцінок запасів корисних копалин і відсутністю єдиних принципів вибору інформативних показників цієї оцінки. Вибірковий метод отримання геологічної інформації і відповідні похибки в процесі її отримання на основі аналогій обумовили певну неточність отриманих оцінок щодо кількості і якості запасів в надрах. Тут велике значення мають похибки, які стосуються умов залягання, морфології і будови рудних тіл. Такий стан речей характерний для будь-якої стадії геологорозвідувальних робіт, змінюється лише масштаб цих похибок. За деякими даними середні похибки підрахунку сумарних запасів на розвіданих родовищах міді, поліметалів і золота сягають $\pm 10\text{--}25\%$. Зрозуміло, що найбільша невизначеність кількісних і якісних характеристик притаманна початковим стадіям оцінки, при тому, що саме вони є вирішальними для подальшого планування геологорозвідувальних робіт у багатьох випадках. Витрати на ГРР є досить значними і відбракування об'єктів, які не мають достатньої цінності для гірничої промисловості, в свою чергу випередить наступні витрати. Чим раніше це відбувається, тим вище економічна ефективність геологорозвідувальних робіт.

Економічну оцінку прогностичних і перспективних ресурсів корисних копалин рекомендують проводити на основі доведеної аналогії з відомими промисловими родовищами. Серед показників, які стосуються власне досліджуваного об'єкту, використовують геолого-промисловий тип передбачуваного родовища, кількість прогностичних запасів корисних копалин та орієнтовний вміст корисних компонентів. На цій стадії можливий підрахунок величини капіталовкладень та експлуатаційних витрат або показників, що характеризують ефективність капіталовкладень, рентабельність і таке інше, але вони на цій стадії носять узагальнений характер і не можуть бути основою для визначення промислового значення родовища. Кінцевий висновок про цінність родовища робиться, як правило, на етапі попередньої розвідки.

На нашу думку попередню оцінку на ранніх етапах вивчення доцільно проводити по кожному промисловому типу родовищ корисних копалин для конкретного району проведення робіт (масштаб території, що оцінюється, залежить від значення мінеральної сировини – стратегічного чи місцевого). Для кожного типу необхідно скласти модель родовища з граничними параметрами, за яких освоєння об'єкту є ефективним. Такий підхід не вимагає ґрунтовних прямих розрахунків, але може дати достатню кількість інформації щодо конкурентоспроможності даного родовища. Модель має складатись не лише за даними геологічних досліджень, але й по можливості враховувати техніко-економічні характеристики об'єктів цього промислового типу. Тоді вона буде характеризуватися певною динамічністю, яка пов'язана саме із змінами гірничотехнічних та географо-економічних аспектів. Це вимагатиме постійної переоцінки основних значень такого еталонного об'єкту, що забезпечить більшу достовірність інформації і враховуватиме часові відмінності при порівнянні родовищ чи проявів розвіданих в різні періоди.

Описаний метод узгоджується з думкою спеціалістів про відбракування родовищ на ранніх стадіях вивчення, яке повинно проводитись із застосуванням кондицій, розроблених для конкретних типів родовищ корисних копалин на перспективу не більше 10 років із врахуванням геологічних та економічних умов [Аюшиев и др., 1984]. Крім суто геологічних параметрів (форма рудних тіл, запаси, середній вміст корисних компонентів, глибина залягання тощо) можливий розрахунок співвідношення економічних показників. Наприклад, можна розрахувати залежність річної потужності майбутнього підприємства, розміру капіталовкладень, експлуатаційних витрат від середнього вмісту компонентів; можливе врахування транспортних витрат для корисних копалин місцевого значення.

Використання таких економічних показників забезпечить дотримання єдиних методологічних принципів та основ оцінки на всіх стадіях геологорозвідувального процесу, оскільки методичні прийоми на кожному етапі можуть мати свої особливості. Власне створення таких еталонних об'єктів зводиться до розробки кореляційно-статистичних моделей, які відображають залежність економічних показників виробництва продукції від геологічних та гірничотехнічних характеристик родовища на основі обробки статистичного матеріалу по діючим підприємствам та рудникам. Доцільним було б поєднати це з графоаналітичними методами визначення названих залежностей, що теж було запропоновано ще в 70–80 роках минулого століття Т.А.Гатовим. Наступним кроком є саме визначення граничних параметрів промислових типів родо-

вищ корисних копалин. Такий підхід звісно не дає абсолютних значень вартості геологічного об'єкту і базується на порівнянні характеристик даного родовища з іншими родовищами конкретного промислового типу. Але треба пам'ятати, що на етапах пошуково-оцінювальних робіт для геолого-економічної оцінки метою є встановлення його промислової цінності і визначення доцільності проведення його наступного вивчення. Цього можливо досягнути, використовуючи інструменти порівняльного підходу та створення еталонних об'єктів.

Схожі за змістом методики розроблялись за часів СРСР, проте головне значення тоді мало галузеве планування, що відобразилось на головних показниках та методах їх розрахунків. Оцінки ресурсів та запасів корисних копалин проводилися в рамках оптимального плану розвитку окремої галузі економіки для визначеного району чи територіально-промислових комплексів. При розрахунках граничних та приведених витрат, собівартості та прибутковості застосовувалися середньо галузеві та оптові ціни, встановлені відповідними державними органами. В сучасних економічних умовах використання ринкових цін вимагає ґрунтовного вивчення ринку кожного виду мінеральної сировини, при необхідності не лише внутрішнього, але й регіонального чи міжнародного (якщо сировина має стратегічне значення). Саме відмова від вищеназваних базових показників оцінки родовищ корисних копалин вимагає перегляду, доопрацювання розроблених методик та впровадження на їх основі більш сучасних, що відповідають умовам сучасної економіки.

При проведенні попередньої геолого-економічної оцінки висвітлюються природно-ресурсні та економічні передумови освоєння родовища та визначаються фактори, що впливають на вибір основних технологічних рішень. На цьому етапі оцінюються гірничотехнічні, гідрогеологічні умови експлуатації, уточнюються кількісні та якісні характеристики сировини, визначаються спосіб розробки, методика проведення гірничих робіт, технологія збагачення руд. Такі дані дають можливість точно розрахувати техніко-економічні показники: виробничу потужність підприємства, собівартість кінцевої продукції, прибутковість та рентабельність освоєння родовища тощо. Отримання інформації можливе як шляхом застосування даних щодо проектів-аналогів, так і методами прямих розрахунків необхідних капіталовкладень та експлуатаційних витрат. При визначенні кожної характеристики перевага надається останньому за умови достатньої кількості вихідних даних та відповідного ступеня їх достовірності.

Відмінності кожного етапу геолого-економічної оцінки родовищ корисних копалин полягають у поступовому збільшенні достовірності і детальності показників оцінки, що відображається у співвідношенні застосування методів прямого розрахунку та аналогій із іншими проектами. Економічна оцінка на початкових стадіях геологічного вивчення надр має надзвичайне значення для підвищення ефективності проведення геологорозвідувальних робіт. Вона виконується в умовах багатьох невизначеностей, на відміну від детальних оцінок для розвіданих запасів корисних копалин із залученням гірничих проектів та банківських розрахунків. Для прогнозних ресурсів використання найбільш поширених методик оцінки є неможливим через відсутність достатньої кількості даних. Доцільним є порівняння геологічних об'єктів з моделями, які є еталонними для конкретних промислових типів родовищ корисних копалин і побудовані з врахуванням геологічних та економічних факторів через залучення системи техніко-економічних показників, що використовуються на завершальних етапах геологорозвідувальних робіт.

2.3. Загальні принципи методик визначення цінності прогнозних ресурсів твердих корисних копалин

Прогнозні і перспективні ресурси є важливою складовою мінерально-сировинної бази і кількісно визначають перспективність металогенічних таксонів різного рангу. В результаті вони складають ресурсну базу – фонд поточного і майбутнього надрокористування (для відтворення МСБ, виявлення та приросту нових запасів промислових категорій).

На відміну від розвіданих і попередньо розвіданих запасів наразі не існує затверджених методик визначення цінності ресурсів, тобто відсутній регламент їх поточної оцінки і обліку. За результатами завершених геологорозвідувальних робіт ресурси приймаються одночасно із отриманням звітів за державного замовлення робіт, і майже не приймаються й не апробуються за позабюджетного фінансування. Крім того, в таких роботах використовують очікувані і авторські оцінки ресурсів, які часто суттєво завищені.

Можна виділити декілька напрямів оцінки прогнозних і перспективних ресурсів твердих корисних копалин:

- методики співставлення об'єкту з еталонними об'єктами або по їх аналогії з наявними відомими родовищами певного геолого-промислового типу;
- регресійний та кореляційний аналіз головних геологічних та техніко-економічних параметрів об'єкту у вибірці об'єктів-аналогів;

- методики із використанням перевідних коефіцієнтів, які враховують геологічні ризики на початкових стадіях вивчення ділянки надр.

Ці методики мають багато недоліків, які призводять до значних відхилень отриманих результатів від реальних показників вартості досліджуваних об'єктів, але при врахуванні цих недоліків можна уникнути перебільшень у кількісних показниках цінності ресурсів.

Надалі проводиться розрахунок вартості родовищ і проявів із різним ступенем геологічного і техніко-економічного вивчення переліченими методиками на прикладі флюсової сировини. Після кожного підрозділу наведені рекомендації щодо усунення неточностей, пов'язаних із недосконалістю їх інструментів.

Одним із головних методів є регресійний та кореляційний аналіз головних геологічних та техніко-економічних параметрів об'єкту у вибірці об'єктів-аналогів. В даному випадку він розглядається як один з способів обробки даних по родовищам корисних копалин. Для його використання необхідна наявність вибірки певних характеристик як досліджуваного об'єкту, так і об'єктів-аналогів. Як правило, використовують показники якісних та кількісних характеристик родовищ: вміст основного та супутніх корисних компонентів, кількість запасів, морфометричні характеристики тіл корисних копалин та інші; серед техніко-економічних показників можуть бути: технологічні особливості видобутку і збагачення корисної копалини, виробнича потужність добувного підприємства, оціночні показники експлуатаційних витрат і капіталовкладень (ці показники можуть визначатись за відповідними емпіричними правилами «шести десятих», за формулою Тейлора та ін.).

Оцінку експлуатаційних витрат, як і оцінку розміру капіталовкладень, можна проводити на основі статистичних залежностей техніко-економічних показників і гірничо-геологічних та економічних характеристик об'єкту. Для цього користуються нелінійними функціями типу:

$$y = ax^b \quad (1)$$

де: y – витрати; x – виробнича потужність; a , b – константи.

Якщо записати цей вираз у логарифмічному виді, то значення a і b можна знайти через рівняння лінійної регресії:

$$\ln y = \ln a + b \ln x \quad (2)$$

Далі визначаються коефіцієнти регресії a і b , та коефіцієнти кореляції. Коефіцієнти регресії розраховуються за формулами:

$$b = \frac{\sum (\ln x_i)(\ln y_i) - \frac{(\sum \ln x_i)(\sum \ln y_i)}{n}}{\sum (\ln x_i)^2 - \frac{(\sum \ln x_i)^2}{n}} \quad (3)$$

$$a = \exp \left[\frac{\sum \ln y_i}{n} - b \frac{\sum \ln x_i}{n} \right] \quad (4)$$

Квадрат коефіцієнту кореляції визначається наступним чином:

$$r^2 = \frac{\left[\sum (\ln x_i)(\ln y_i) - \frac{(\sum \ln x_i)(\sum \ln y_i)}{n} \right]^2}{\left[\sum (\ln x_i)^2 - \frac{(\sum \ln x_i)^2}{n} \right] \left[\sum (\ln y_i)^2 - \frac{(\sum \ln y_i)^2}{n} \right]} \quad (5)$$

Для визначення майбутніх витрат можна також використовувати діаграми регресійних рівнянь, моделі яких підготовлені Гірничим Бюро США.

Що стосується МСБ флюсової сировини України, то головною проблемою її розвитку є забезпечення вітчизняних підприємств конверторними вапняками, які придатні для виробництва сталі конверторним і електросталеплавильним способами [Михайлов та ін., 2008]. Вимоги до якісних характеристик цього виду сировини є більш жорсткими, ніж для інших марок вапняків, як щодо хімічного складу, так і механічної міцності корисної копалини. Основними показниками, які використовують для оцінки якості сировини є вміст CaO, MgO, SiO₂, S, P, показник межі міцності при стисканні.

Для ґрунтовної геолого-економічної оцінки родовищ і проявів флюсової сировини нами використовувались якісні і кількісні характеристики об'єктів та вартісні показники: запаси корисної копалини, якісні характеристики, складність гірничо-геологічних умов, вихід конверторних вапняків для кожного родовища, вартісні показники (чиста поточна вартість, внутрішня норма прибутку та ін.) [Курило, 2008].

2.4. Методика проведення детальної геолого-економічної оцінки

Детальна геолого-економічна оцінка проводиться із визначенням тих самих показників, що й на попередньому етапі. Відмінність полягає у наступному: 1) вони розраховуються не тільки для родовища в цілому, але й для окремих його частин, які виділені для першочергового освоєння; 2) оцінка проводиться, як правило, шляхом прямих розрахунків.

Щодо методик, які можливо використовувати на етапах попередньої та детальної розвідки родовищ, достатня увага їм приділялась в сучасних роботах вітчизняних та закордонних авторів (Ф.В.Вельмер, Е.С.Геленин, В.С.Міщенко). Більшість методик, які практично використовуються і є затвердженими, приймають головним критерієм величину дисконтованого доходу, який можливо отримати при освоєнні даного родовища. Цей показник є різницею між доходними та витратними статтями роботи можливого підприємства. Такі методики потребують найбільш точних розрахунків щодо техніко-економічних характеристик родовища (запаси родовища, якість основних та супутніх корисних копалин, гірничотехнічні умови експлуатації, технологічні властивості сировини тощо). Ці вихідні дані визначають величину очікуваного прибутку підприємства, величину інвестицій у виробництво та експлуатаційних витрат. При прийнятті рішень можливі похибки при їх оцінці впливають на кінцевий результат, тобто на величину майбутнього прибутку. Зрозуміло, що достатню для таких розрахунків інформацію, можна отримати лише після ґрунтового геологічного і технологічного вивчення родовища, коли оцінка ефективності вже можлива на рівні кінцевої товарної продукції гірничого виробництва.

При проведенні детальної геолого-економічної оцінки особлива увага приділяється техніко-економічному обґрунтуванню варіантів освоєння родовища. Власне техніко-економічні розрахунки проводяться за наступними стадіями:

1. Визначення оптимального терміну експлуатації родовища та річної виробничої потужності підприємства.
2. Визначення доходу видобувного підприємства: ціни готової продукції, витрат на реалізацію тощо.
3. Визначення розмірів капіталовкладень.
4. Оцінка експлуатаційних витрат.
5. Визначення показників чистої поточної вартості родовища, рентабельності, прибутковості, ефективності капіталовкладень тощо.

В результаті проведення геолого-економічної оцінки ми можемо отримати наступні показники (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Головні показники геолого-економічної оцінки родовищ

Показники	Одиниці виміру
Річна виробнича потужність підприємства:	
По гірничій масі	тис. т
По руді	тис. т
По концентрату	тис. т
Показники збагачення мінеральної сировини:	
Річне виробництво та обсяг реалізації готової продукції	тис. т
Капіталовкладення:	
Капіталовкладення в промислове будівництво:	тис.\$/млн грн.
Інвестиції в рудник	тис.\$/млн грн.
Інвестиції в фабрику	тис.\$/млн грн.
Інвестиції в допоміжні об'єкти (транспортні, енергетичні, ін.)	тис.\$/млн грн.
Капіталовкладення в житлове і побутове будівництво	тис.\$/млн грн.
Експлуатаційні витрати на 1 т руди:	
На видобуток	\$/т
На збагачення	\$/т
Річні	тис.\$/млн грн.
Сумарні за весь термін експлуатації родовища	тис.\$/млн грн.
Ціна продукції та доход від реалізації:	
Ціна 1 т товарної продукції	\$/т
Річний та сумарний доход від реалізації товарної продукції (товарна руда, концентрат, окатиші та ін.)	тис.\$/млн грн.
Амортизаційні відрахування	тис.\$/млн грн.
Податки, платежі, відрахування	тис.\$/млн грн.
Річний прибуток	тис.\$/млн грн.
Чиста поточна вартість	тис.\$/млн грн.
Строк окупності інвестицій	років
Показник рентабельності інвестицій	одиниці
Внутрішня норма прибутку	%
Рентабельність (по валовому прибутку, чистому прибутку)	%

РОЗДІЛ III

ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННОЇ БАЗИ ПЛАВИКОВОГО ШПАТУ

3.1. Загальні відомості

Кларк фтору в земній корі – 0,006 %. Його підвищений вміст притаманний гранітоїдам (0,08–0,1 %, інколи до 0,8 % у кислих літій-фтористих різновидах). Серед осадових порід підвищений вміст фтору відмічається в деяких різновидах глин (до 0,13 %). У середньому в живих організмах вміст фтору в 200 разів менший за кларк. У зубах утримується у середньому 0,01 % фтору, в основному в емалі. Багато фтору в цибулі та часнику. Він нерідко асоціює з хлором, іноді з Br, Ba, Ca, Be, Nb, TR, лужними металами. У природних умовах фтор представлений одним стабільним ізотопом ^{19}F і чотирма штучними радіоактивними ізотопами. Фтор – найактивніший з відомих металоїдів. Він входить до складу багатьох мінералів у невеликих кількостях, заміщуючи хлор і групу OH^- . Основний промисловий мінерал фтору – флюорит. Додатковими джерелами фтору слугують кріоліт $\text{Na}_3[\text{Al F}_6]$, фторапатит, бастнезит $(\text{Ce,La})[\text{CO}_3]\text{F}$, віліоміт NF . Фтор міститься також у флогопіті, топазі, турмаліні, вулканічному склі.

Флюорит чи плавиковий шпат (у перекладі з латині – "той, що плавить") – індустріальна сировина багатоцільового призначення. За хімічним складом – це фторид кальцію CaF_2 (Ca – 51,2 %, F – 48,8 %). Назву "плавиковий шпат" мінерал одержав від його властивості знижувати температуру плавлення залізних та інших руд. Сингонія мінералу кубічна. Колір досить різноманітний. Зазвичай він забарвлений у фіолетовий, зелений, блакитний, рожево-жовтий кольори різних відтінків та інтенсивності. У мінералогії розрізняють такі різновиди: звичайний флюорит, хлорофан або піросмарагд (при нагріванні флуоресціює зеленим кольором) і ратовкіт – щільний, приховано-кристалічний або землистий. Плавиковий шпат, в якому частина кальцію заміщується ітрієм, називається ітрофлюорит (YF_3). При заміщенні кальцію церієм мінерал має назву церофлюорит (CeF_2). Твердість його – 4, ітрофлюориту – 4,5. Густина – 3,18, ітрофлюориту – 3,55. Плавиться при температурі 1360 °C, забарвлює полум'я в червоний колір. У воді практично нерозчинний, повністю розкладається в сірчаній кислоті з виділенням плавикової кислоти (HF).

У природі флюорит зустрічається в асоціації з кварцом, халцедоном, адуляром, кальцитом, баритом, стибнітом і кіновар'ю. Залежно від кількісного співвідношення флюориту з цими мінералами руди поділяються на дві основні групи: власне плавиковошпатові та комплексні. До перших відносяться руди із вмістом CaF_2 не меншим 30 %. За мінеральним складом вони поділяються на кварц-флюоритові, карбонатно-флюоритові, силікатно-флюоритові (слюдисто- та польовошпат-флюоритові), барит-флюоритові та топаз-флюоритові. Комплексні руди містять CaF_2 до 30 %, видобувати з них флюорит доцільно лише попутно при розробці родовищ на інші корисні копалини. За речовинним складом комплексні руди поділяються на флюорит-берилієві, флюорит-олов'яні, ртутно-сурм'яно-флюоритові, флюорит-залізородні, флюорит-олов'яно-вольфрамові.

Галузі використання та вимоги до сировини

Флюорит є комплексною сировиною, у першу чергу – флюсовою сировиною для металургії. Крім того флюорит використовується в хімічній, скляній та електронній промисловості.

У чорній металургії плавиковий шпат використовують як флюс при виплавці сталі мартенівським способом, а також деяких феросплавів в електродних печах та при ливарному виробництві завдяки низькій температурі його плавлення і летючості.

Залежно від вмісту фтористого кальцію флюоритові руди поділяються на власне плавиковошпатові (Са більше 30 %) і комплексні (Са менше 30 %), а за мінеральним складом – на кварц-флюоритові, карбонатно-флюоритові, польовошпат-флюоритові, флюорит-берилієві, флюорит-олов'яні, барит-флюоритові, топаз-флюоритові; ртутно-сурм'яно-флюоритові, флюорит-залізородні, флюорит-олов'яно-вольфрамові тощо. Основним споживачем плавикового польового шпату є чорна й кольорова металургія, де використовується плавиковий шпат різних марок (табл. 3.1). Хімічний склад плавикового шпату, призначеного для металургійної промисловості, має відповідати вимогам, що наведені в табл. 3.2.

Крім металургії флюорит широко застосовується в хімічній промисловості, яка споживає близько 60 % флюориту, що видобувається. Плавиковий шпат (з вмістом не менше 95 % CaF_2 , не більше 1 % SiO_2 , 0,0n % Ва, Pb, S) використовують для виробництва фтористоводневої кислоти, яку застосовують для травлення скла, виробництва NaF, а також синтетичного кріоліту та як каталізатора для рафінування у виробництві високооктанового бензину [Кужварт, 1986]. Фтор є компонентом тефлону, фреону CCl_2F_2 і активної рідини у аерозолях.

Таблиця 3.1

Види й марки плавикового шпату та їх призначення (за ДСТ 7618-70)

Призначення		Марка	Вид
Для отримання фтористих солей в алюмінієвій промисловості		ФФ-95А, ФФ-95Б, ФФ-92	ФФ – флюорит, концентрат флотаційний ФР – флюорит рядовий
Як флюос	При виплавлянні сталей та сплавів спец. призначення	ФК-95А, ФГ-95А, ФО-95А	ФК – флюорит грудковий сортований
	При виплавлянні середньо- та низьколегованих сталей	ФК-92, ФГ-92, ФО-92	
	При виплавлянні якісних сталей	ФК-85, ФГ-85, ФО-85, ФК-75, ФГ-75	ФГ – флюорит, концентрат гравітаційний
	При виплавлянні звичайної сталі	ФГМ-75, ФК-65, ФГ-65, ФР-55	ФО – флюоритові окатиші обпалені
Для збагачення (безпосередньо в металургії не використовується)		ФР-40, ФР-30, ФР-20	

Таблиця 3.2

Вимоги до плавикових концентратів і руд для металургії

Марки	СаF, %, не менше	Вміст домішок, у %, не більше			
		SiO ₂	CaCO ₂	S	P
ФФ-95А	95	1,5	2,0	0,2	0,1
ФФ-95Б	95	1,5	-	0,15	0,1
ФФ-92	92	3,0	3,0	0,2	-
ФК-95А, ФГ-95А, ФО-5А	95	1,5	-	0,15	0,1
ФК-92, ФГ-92, ФО-92	92	5,0	-	0,2	0,1
ФК-85, ФГ-85, ФО-85	85	10,0	-	0,3	0,3
ФК-75, ФГ-75, ФГМ-75	75	20,0	-	0,3	0,3
ФК-65, ФГ-65	65	30,0	-	0,3	0,3
ФР-55	55	Не нормується			

Флюорит вважається також стратегічною сировиною, оскільки фтор має важливе значення для органічного синтезу та ядерної фізики. Він необхідний для виробництва ядерного палива, для розділення урану на ізотопи ²³⁸U і ²³⁵U. Сполуки фтору з киснем або з галогенами – сильні оксидатори, використовуються при спалюванні палива ракет та у реактивних двигунах.

У скляній промисловості флюорит використовують для виготовлення непрозорих білих або фарбованих емалей та скла. Внаслідок утворення в скляній масі дрібних кристаликів фторидів, він надає склу молочно-білого кольору. При виробництві скла додавання плавикового шпату в шихту складає 10–30 % в залежності від сорту скла, при виро-

блицтві емалі – 2–15 % від її маси. Максимальний вміст оксиду заліза у флюориті при цьому не повинен перевищувати 0,12 %, а CaCO_3 – 2,5 %.

В електронній промисловості гексафторид сірки застосовують як високоефективний газовий ізолятор у високовольтних установках. Фториди вольфраму та молібдену використовують при виробництві ниток накаливання.

У невеликій кількості флюорит застосовують у цементному виробництві. При додаванні в шихту 3–5 % флюориту знижується температура спікання з 1250 до 800 °С, що різко скорочує витрати палива. Цементна промисловість не висуває до сировини значних вимог, її задовольняють руди з вмістом CaF_2 45–55 %.

Чисті прозорі кристали плавикового шпату (оптичний флюорит) застосовують як оптичну сировину. Цінність оптичного флюориту полягає в його здатності заломлювати світло з малим розсіюванням (показник заломлення флюориту для світлових хвиль різної довжини порівняно мало змінюється). Оптичний флюорит вільно пропускає інфрачервоні та ультрафіолетові хвилі, має низький показник заломлення, в ньому, як у мінералі кубічної сингонії, відсутнє явище двозаломлення. Ці властивості використовуються промисловістю, яка виготовляє з флюориту лінзи для об'єктивів мікроскопів, призми для спектрографів, пластини для короткохвильових приладів.

Плавиковий шпат поділяється на вісім сортів (марок): Ф-0, Ф-95, Ф-92, Ф-85, Ф-75, Ф-55, Ф-40, Ф-30. Числа показують мінімально допустимий вміст домішок. До вищого сорту Ф-0 відносять прозорі кристали флюориту, призначені для виготовлення оптичних приладів. Залежно від виробництва, фізико-механічних властивостей, вмісту CaF_2 і наявності домішок плавиковий шпат поділяють на такі види та марки (табл. 3.3) [Романович, 1986].

Таблиця 3.3

Види та марки плавикового шпату

Види	Марки
Флюорит рядовий (руда) – ФР	ФР-55, ФР-40, ФР-30, ФР-20
Флюорит кусковий сортований – ФК	ФК-95А, ФК-95Б, ФК-92, ФК-85, ФК-75, ФК-65
Флюорит-концентрат гравітаційний – ФГ	ФГ-95А, ФГ-95Б, ФГ-92, ФГ-85, ФГ-75, ФГН-75, ФГ-65
Флюорит-концентрат флотаційний – ФФ	ФФ-97А, ФФ-97Б, ФФ-95А, ФФ-95Б, ФФ-92
Флюоритові окатиші обпалені – ФО	ФО-95А, ФО-95Б, ФО-92, ФО-85

Примітка: цифри відповідають масовій частці флюориту в даному продукті у %, літери "А" і "Б" відповідно означають завищену і занижену масову частку SiO_2 .

Марки флюориту використовують наступним чином:

- ФФ-97А – для виробництва плавикової кислоти і безводного фтористого водню;
- ФФ-97Б – для отримання фтористих солей високої чистоти;
- ФФ-95А і ФФ-92 – для виробництва плавикової кислоти, безводного фтористого водню, фтористих солей, що застосовують в алюмінієвій промисловості і для виробництва скловолокна;
- ФК-95А, ФГ-95А, ФГ-95Б і ФО-95А – для виробництва фторидних флюсів і як флюс;
- ФК-92, ФГ-92, ФО-92 – під час виплавки якісних сталей як флюс;
- ФК-85, ФГ-85, ФО-85 – як флюс під час виплавки середньо- і низьколегованих сталей та у виробництві високоякісного скла та емалей;
- Ф-75 і ФГ-75 – як флюс під час виплавки середньо- та низьколегованих сталей;
- ФК-65, ФГ-65, ФР-55 – під час виплавки сталей як флюс та у виробництві цементу;
- ФР-30 і ФР-20 – для збагачення і отримання більш високих марок.

Для марок флюориту крім масової частки CaF_2 нормується також мінімально можлива масова частка домішок. Так масова частка SiO_2 в сировині марки ФФ-97А не може перевищувати 1 %; в марках ФФ-97Б, ФФ-95А, ФК-95А, ФГ-95А, ФО-95А – 1,5 %; в марках ФФ-95Б, ФК-95, ФГ-95, ФО-95 – 2,5 %; в марках ФК-75, ФГ-75 – 20 %; в марках ФК-65, ФГ-65 – 30 %. Нормуються також масові частки CaCO_3 , сірки, сульфідної сірки і фосфору. Наприклад, CaCO_3 в марках ФФ-97А повинно бути не більше 1,5 %, а в марках ФФ-92 – не більше 3 %; сірки в марках ФФ-95А, ФК-95А, ФО-95А – не більше 0,15 %, а в марках ФК-75, ФГ-75 – не більше 0,2 %. Сульфідна сірка нормується в високих марках флюориту, для яких не нормується вміст сукупної сірки. Для більшості високих марок масова частка фосфору не повинна перевищувати 0,1 %, для марок ФК-75, ФГ-75 – 0,3 %.

У чорній металургії застосовують плавиковий шпат із вмістом CaF_2 від 75 до 92 % (залежно від якості сталі та феросплавів) і сірки не більше 0,2–1,5 %. Флюорит має бути у шматках величиною більше 3 мм (як правило – 10–15 мм).

Плавиковий шпат, що застосовується в хімічній промисловості, має містити не менше 95 % CaF_2 і не більше 1 % SiO_2 та CaO ; домішок барію, свинцю та сірки не повинно бути.

При виробництві скла та емалі використовується марка Ф-85. Вміст оксиду заліза не повинен перевищувати 0,06–0,12 %, CaCO_3 – не більше 2,5 %.

Для цементної промисловості придатні руди із вмістом CaF_2 55–45 %.

Оптичний флюорит є найціннішим різновидом плавикового шпату. Промисловість висуває високі вимоги до оптичного флюориту. Розміри кристалів або їх уламків мають бути не менше 10 мм у поперечнику і в них повинні бути відсутніми тріщини та включення мінералів-супутників. Оптичний флюорит у пластинці товщиною 1 мм повинен пропускати не менше 80 % потоку ультрафіолетових променів з довжиною хвилі до 1250 А°. Залежно від розмірів кристалів та їх якості оптичний флюорит поділяють на чотири сорти (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Технічні вимоги до оптичного флюориту

Сорт	Мінімальний розмір, мм	Обсяг дефектної частини кристала	Допустимі дефекти
Унікальний	20 x 20 x 10	-	Не допускаються
Перший	10 x 10 x 5	Не більше 10 %	Рідкісні тріщини і тверді включення
Другий	6 x 6 x 6	Не більше 20 %	Рідкісні тріщини і тверді включення
Третій	6 x 6 x 6	Від 20 до 95 %	Рідкісні тріщини і тверді включення

Оскільки оптичний флюорит у вигляді однорідних монокристалів у природі зустрічається дуже рідко, то останнім часом потреби промисловості задовольняються за допомогою синтетичних кристалів прозорого CaF_2 , які за якістю не поступаються природному флюориту. До хімічного складу плавикового шпату, що використовується з такою метою, висуваються жорсткі вимоги, в тому числі обмежуються масові частки Si, Mg, Fe, Al, Sn, Cu, Mn, Pb, Ti, Mo, Sr. Масова частка CaF_2 для першого сорту складає не менше 99 %, для другого – не менше 97 %.

Останнім часом значного розвитку набуло виробництво аналогів органічних сполук на основі заміни іонів H^+ на іони F^+ – фторованих полімерів (тефлон та ін.). Тефлон, стійкий у концентрованих кислотах і гарячих лугах, використовується в техніці й медицині; фторопласти – для виробництва насосів для перекачування агресивних рідин. Фторкаучуки дуже термостійкі. Високою стійкістю вирізняються й мастильні сполуки, у складі яких замість іонів H^+ знаходяться іони F^+ . Фтортрансформаторні рідини, протиракові препарати (фторуцил, фторофур та ін.), засоби для лікування алкоголізму (трифтазін), шизофренії та багато інших виробляють із застосуванням фтору.

Фторування води й зубних паст використовують для попередження карієсу зубів. Фтор застосовують як окисник у деяких видах ракетного

палива. Хімія інертних газів базується на застосуванні фтору (фтористий криптон, радон). Хімічні лазери працюють з використанням фтору.

Холодильна техніка широко застосовує фторвмісні сполуки – фреони. Фтористий водень – каталізатор для багатьох хімічних реакцій, у тому числі етерифікації та алкування для отримання високоякісного бензину. Фтор використовується для проведення реакцій у неводневих середовищах. Фтористий натрій використовують для обробки деревини, кремнефтористий магній – для підвищення міцності та кислотостійкості бетонів, кремнефтористий натрій – для виготовлення кислотостійких замазок, емалей; газоподібний чотирифтористий кремній – при перекритті водоносних горизонтів при бурінні свердловин.

За вмістом флюориту флюоритовмісні породи і руди поділяються на: флюоритовмісні породи (3–5 %); низькосортні руди (15–35 %); середньосортні руди (35–75 %); високосортні руди (більше 75 %). Як показує досвід, самостійне промислове значення мають лише ті родовища плавикового шпату, руди яких містять не менше 30 % CaF_2 . Бідніші руди можна використовувати лише за дуже сприятливих умов (дуже великі запаси, легка збагачуваність, наявність місцевих споживачів, які не висувають особливо жорстких вимог до якості сировини, особливо сприятливе географічне розташування). Проте у випадках, коли одночасно з флюоритом із руд попутно можна вилучати і інші цінні компоненти, тобто при комплексному використанні сировини, вміст CaF_2 може бути значно нижчим. В такому випадку кондиції для комплексної руди повинні визначатись окремо в кожному випадку.

3.2. Структура світових запасів плавикового шпату та основні тенденції міжнародного ринку плавиковошпатової продукції

Для проведення аналізу кон'юнктури ринку мінеральної сировини необхідно обрати систему показників, які характеризують ті чи інші сторони та прояви ринкової кон'юнктури.

Пропозиція товару характеризується показниками обсягу, структури та динаміки, виробничого і сировинного потенціалу, еластичності пропозиції [Загладина, Иванов, 1983]. Попит на товари оцінюється за показниками споживчого потенціалу, еластичності попиту та ступеня його задоволення. Для аналізу пропорційності ринку необхідні показники співвідношення попиту та пропозиції, поділу ринку між виробниками та продавцями, а також товарна структура товарообігу, регіональна структура ринку. Ця система повинна також включати показники тенденцій

розвитку ринку: темпи росту, параметри продажу, цін і запасів. Необхідно враховувати регіональні відмінності стану та розвитку ринку (регіональні варіації співвідношення попиту та пропозиції, варіації динаміки основних параметрів ринку). Показники масштабу ринку включають кількість фірм, які виступають на ринку, їх розподіл за спеціалізацією сировини, сукупний обсяг реалізації товару та розподіл фірм за розміром (обсягами виробництва, потужності та продажу).

Ці групи показників відображають не лише статичні явища ринку, але й його динаміку, а також характеризують структуру економічних явищ та їх співвідношення. Такий об'ємний показник, як попит, є неральною величиною, що вимірюється не безпосередньо, а на основі вивчення споживчого потенціалу непрямыми оцінками.

Важливою складовою ринкового механізму є ціна. Статистичне вивчення цін також вимагає розгорнутої системи показників. Вона повинна в достатній мірі визначати відмінності ринкових цін: асортиментну, територіальну, часову, різних субринків. Система показників статистики цін включає такі блоки: рівень цін (індивідуальний, середній та узагальнюючий), структуру цін (собівартість, націнки, знижки, податки), варіацію цін (у просторі та у часі), динаміку цін, еластичність цін до різноманітних факторів.

Світові запаси плавикового шпату оцінюються від 400 млн т (Геологічна служба США) до 570 млн т (Міністерство природних ресурсів РФ). Більше 75 % з них розміщені в надрах семи країн світу (Китай, Росія, ПАР, Мексика, Україна, Монголія). За іншими джерелами загальні світові запаси флюориту складають 246 млн т, а підтверджені – 177 [Бордюгов, 2000; Мінеральні ресурси..., 2003] (табл. 3.5, 3.6).

Таблиця 3.5

Видобуток, запаси, ресурси флюориту, тис. т [minerals.usgs]

Країна	Видобуток, тис. т		Запаси, млн т	Ресурси, млн т
	2006 р.	2007 р.		
США	-	-	Н/зв.	6
Китай	2750	2750	21	110
Франція	40	-	10	14
Кенія	83	90	2	3
Мексика	938	900	32	40
Монголія	388	400	12	16
Марокко	95	95	Н/зв.	Н/зв.
Намібія	130	130	3	5
Росія	210	210	Значні	18
ПАР	270	295	41	80
Іспанія	132	140	6	8
Інші країни	294	300	110	180
Всього	5330	5310	240	480

Таблиця 3.6

Ресурси та запаси плавикового шпату на 01.01.2007 г. (млн т) и середні вмісти CaF₂ в рудах (%) [http://www.mineral.ru]

Країна	Ресурси	Запаси загальні	Частка в світі, %	Запаси підтверджені	Частка в світі, %	Вміст CaF ₂ , %
Росія	148,2	30,13	7,3	24,93	11,4	37,9
Європа	52	44,65	10,9	30,27	13,9	...
Болгарія	...	1	0,2	0,5	0,2	45
Велика Британія	...	3	0,7	1	0,5	40
Німеччина	...	4,6	1,1	3,1	1,4	45
Греція	...	0,03	0	0,01	0	...
Іспанія	...	8	2	6	2,7	33
Італія	...	7	1,7	6	2,7	41
Румунія	...	1	0,2	0,5	0,2	40
Україна	50	3,38	0,8	1,23	0,6	10
Франція	...	14	3,4	10	4,6	45
Чехія	2	2	0,5	1,5	0,7	50
Швеція	...	0,04	0	0,02	0	...
Югославія	...	0,6	0,1	0,4	0,2	30
Азія	186	168,6	41,1	67,17	30,7	...
Афганістан	...	7	1,7	3,6	1,6	47
В'єтнам	...	4,5	1,1	4,5	2,1	...
Індія	...	3,3	0,8	2,6	1,2	24
Іран	...	1	0,2	0,5	0,2	45
Казахстан	...	6,75	1,6	6,05	2,8	...
Киргизія	...	2,28	0,6	2,28	1	15
Китай	100	110	26,8	21	9,6	70
Північна Корея	...	1,5	0,4	1	0,5	65
Південна Корея	...	1,2	0,3	1	0,5	45
Монголія	86	16	3,9	12	5,5	45
М'янма	...	0,3	0,1	0,3	0,1	40
Пакистан	...	0,4	0,1	0,2	0,1	40
Таджикистан	...	2,19	0,5	1,74	0,8	35
Таїланд	...	7	1,7	7	3,2	47
Туреччина	...	4	1	2,54	1,2	37
Узбекистан	...	1,1	0,3	0,8	0,4	37
Японія	...	0,08	0	0,06	0	60
Африка	121,55	104,53	25,5	52,77	24,2	...
Алжир	...	1,22	0,3	1,22	0,6	55
Ангола	...	2,77	0,7	2,77	1,3	...
Єгипет	...	0,03	0	0,03	0	45
Зімбабве	...	0,25	0,1	0,18	0,1	55
Кенія	1	3	0,7	2	0,9	41
Марокко	...	10	2,4	1	0,5	47
Мозамбік	0,55	0,75	0,2	0,57	0,3	65
Намібія	...	5	1,2	3	1,4	55
Туніс	...	1,5	0,4	1	0,5	29
ПАР	120	80	19,5	41	18,8	22
Америка	105	56,65	13,8	41,3	18,9	...

Аргентина	...	4	1	3	1,4	50
Бразилія	...	3	0,7	1	0,5	55
Канада	...	3,5	0,9	2,9	1,3	45
Колумбія	...	0,15	0	0,1	0	50
Мексика	50	40	9,8	32	14,6	68
США	55	6	1,5	2,3	1,1	41
Австралія	15	5,7	1,4	2	0,9	24,2
Всього	627,75	410,25	100	218,44	100	...

Видобуток флюориту здійснює лише половина з 47 країн, які мають його запаси. За останні десятиліття середній показник світового виробництва флюориту складав близько 4,2 млн т за рік і, починаючи з 1995 р., мав стійку тенденцію до зростання в середньому на 120 тис. т за рік (табл. 37, рис. 3.1–3.5) [minerals.usgs]. Щорічні показники експорту та імпорту флюориту складали в середньому 2,5 млн т або 53 % обсягу загального світового виробництва. Вартісні показники імпорту дорівнювали \$279,83 млн (ціни cif) в середньому за рік, експорту – \$239,3 млн (ціни fob) [minerals.usgs].

Таблиця 3.7

Виробництво флюориту в 1950–2000 рр., тис. т [Мінеральні ресурси..., 2003; Петров, 1976]

Країна	1950	1960	1970	1980	1990	2000
Мексика	66,0	366,9	978,5	916,0	633,8	635,0
ПАР	7,0	103,0	172,9	522,7	311,0	212,4
Іспанія	30,1	111,0	342,0	297,0	145,0	125,0
Таїланд	-	3,5	318,2	232,9	94,8	4,7
Франція	42,0	135,5	299,4	258,5	190,0	100,0
Італія	26,5	162,3	289,3	152,0	125,0	65,0
США	274,0	208,5	244,2	84,0	64,0	-
Велика Британія	58,1	99,1	193,3	186,3	118,0	45,0
Німеччина	90,0	130,0	75,1	78,1	85,3	30,0
Всього	593,7	1319,8	2912,9	2727,5	1766,9	1217,1

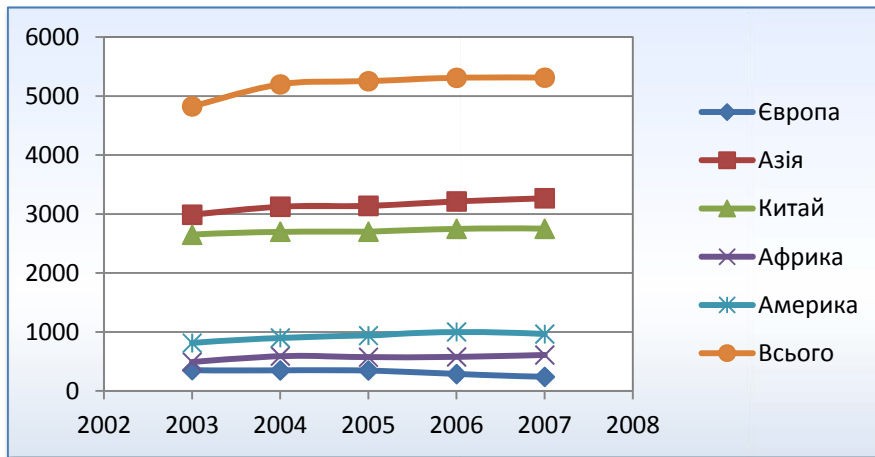


Рис. 3.1. Динаміка виробництва плавиковошпататового концентрату в регіонах світу, тис. т

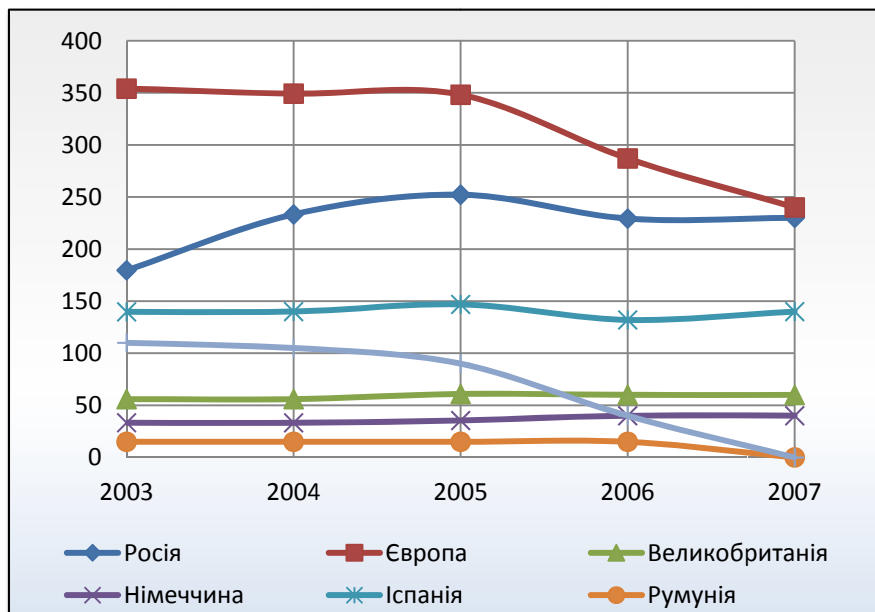


Рис. 3.2. Динаміка виробництва плавиковошпататового концентрату в Європі, тис. т

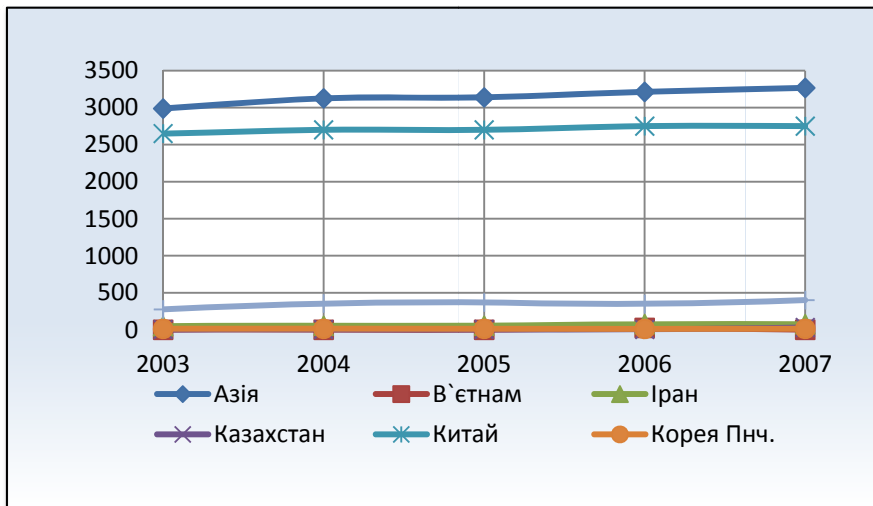


Рис. 3.3. Динаміка виробництва плавиковошпатового концентрату в Азії, тис. т

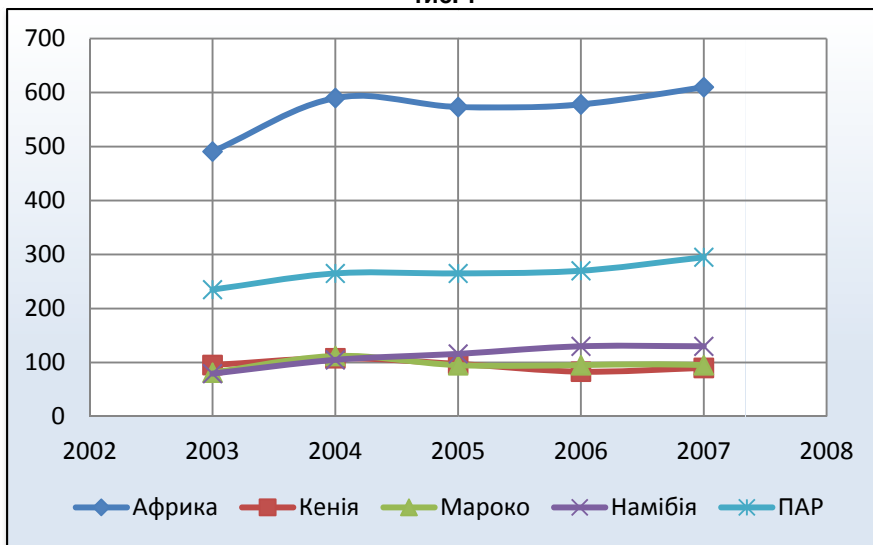


Рис. 3.4. Динаміка виробництва плавиковошпатового концентрату в Африці, тис. т

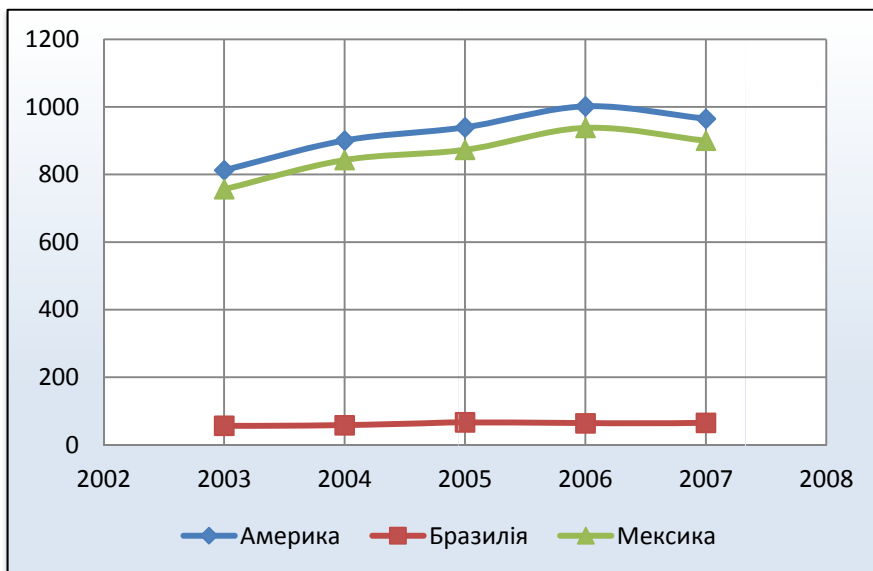


Рис. 3.5. Динаміка виробництва плавиковошпатового концентрату в Америці, тис. т

Ціни за тону флюориту на міжнародних ринках в 2000–2004 роках становили близько \$104,12 (fob) та \$120,27 (sif). Вони значно різняться в залежності від якості (сорту) флюориту. Виділяють високоякісну сировину з вмістом CaF_2 більше 97 % для виробництва плавикової кислоти та інших сполук, ціни на яку коливаються в межах 110–140 \$/т; сировину для хімічної промисловості (CaF_2 85–95 %) та металургійний флюорит (60–85 % CaF_2) з ціною 80–105 \$/т [Цена-дайджест, 2001, 2002; Ценовая информация, 2001]. Ціни в даний період зазнавали деяких коливань, що були спричинені змінами в обсягах китайського експорту та запровадженням китайським урядом експортних квот і ліцензування, змінами в імпортних тарифах деяких країн, змінами вартості транспортних витрат.

В наступний період до 2008 року ціни на плавиковошпатовий концентрат зростали і на початку 2008 р. дорівнювали 300 \$/т плавикового шпату, наприкінці 2008 р. – 500 \$/т (fob, Китай) або 530–570 \$/т (sif, порти Мексиканської затоки і порти Європи). Таке зростання ціни було спричинене високими цінами на кінцеву продукцію – плавикову кислоту (HF), ціна на яку перевищує 1000 \$/т та фтористий алюміній (AlF_3), ціна на який за останні роки подвоїлась і сягає 1500 \$/т. Головним чином це

пов'язано із швидким розвитком алюмінієвої промисловості Китаю, яка за окремими даними забезпечує до 50 % світового виробництва AlF_3 .

Основними експортерами плавикового шпату були Китай, Мексика, Монголія, Марокко, ПАР, сумарна частка яких склала близько 87 % (Китай – 53,4, Мексика – 13,4, ПАР - 8,5, Монголія – 7,6, Марокко – 4,4). До країн-експортерів флюориту, частка кожної з яких була більше 2 %, можна віднести Кенію та США. Частка Німеччини, Франції, Іспанії, Чехії складала близько 1 % кожної. Проте стабільними ці показники можна назвати лише для першої п'ятірки експортерів (рис. 3.6).

До країн імпортерів флюориту належать Японія, США, Німеччина, Росія, Канада, Південна Корея та Італія, сумарна частка яких дорівнювала 70 % сукупного світового імпорту (рис. 3.7). Для перших двох країн цей показник дорівнював більше 20 %, для Німеччини та Росії – 8–10 %. До країн, частка яких склала близько 2,5 % належать Індія та Норвегія, а частка Чехії та Мексики – по 1 %. До імпортерів флюориту належить також і Україна, яка щорічно завозить близько 60 тис. т плавикового шпату. Середня ціна імпорту 1 т флюориту становила 120–130 \$/т. Частка нашої країни в світовому імпорті флюориту стабільно становить приблизно 0,4 %. Точну кількість імпортованого флюориту в Україну та його ціну визначити важко, оскільки дані внутрішніх та зовнішніх статистичних джерел часто не збігаються.

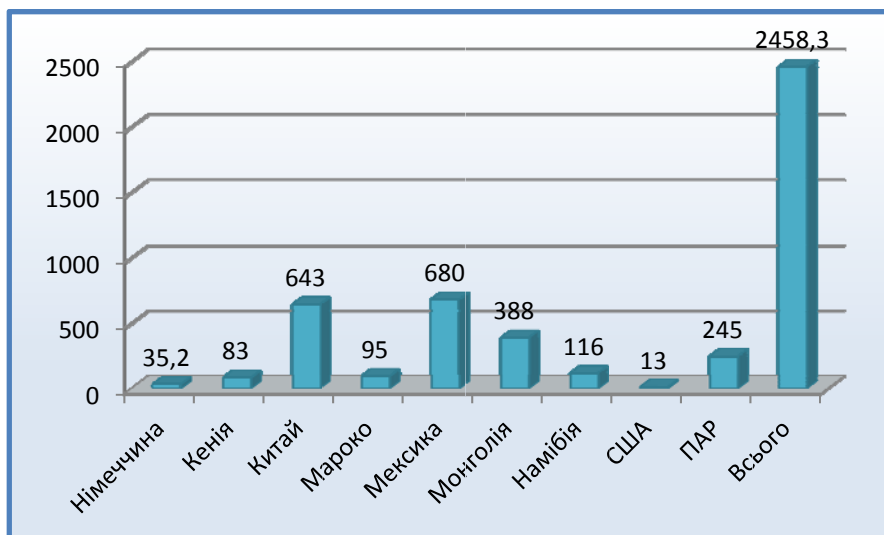


Рис. 3.6. Експорт плавиковошпатових концентратів окремими країнами світу в 2006 р., тис. т

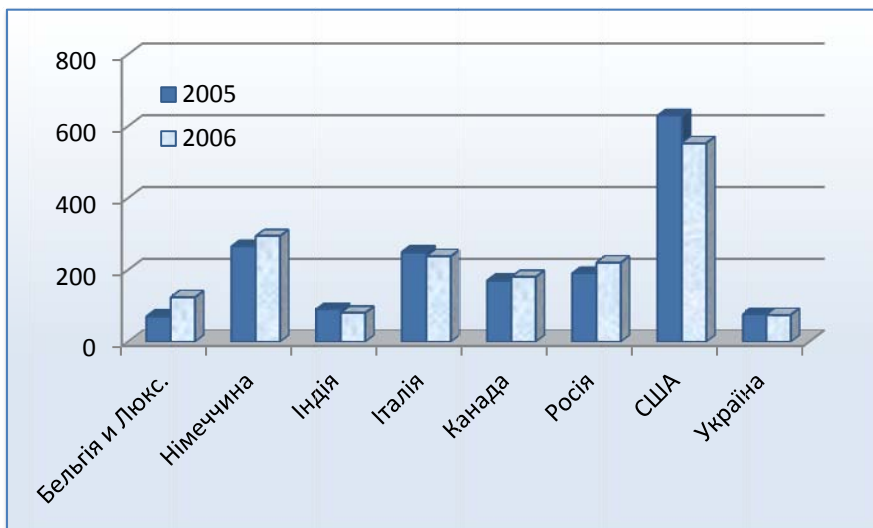


Рис. 3.7. Імпорт плавиковошпатових концентратів окремими країнами світу в 2005–2006 рр., тис. т

З порівняння ситуації на ринку плавикового шпату в 1990–2007 рр. та попередніх десятиліть можна зробити висновок, що його виробництво стрімко зростало на початку 1970-х рр., а потім відбувся явний спад. Однією з причин цього, можливо, було встановлення більш жорстких природоохоронних нормативів в ці роки в індустріально розвинених країнах. Токсичність та агресивна дія фторидів, що утворюються в ході металургійних процесів із застосуванням флюориту і його похідних, стимулювали вдосконалення технологій. Так, в Японії в 1973 р. на 1 т сталі витрачалось 9,2 кг флюориту, а в 1979 р. – 1,7 кг; в США відповідно в 1978 р. – 4,15 кг, в 1983 р. – 2,7 кг.

Щодо регіональної структури експорту флюориту, то порівняно з 1970–1980 рр. тут відбулися певні зміни, що пов'язано із залученням до промисловості низькосортних руд, видобуток яких раніше вважався нерентабельним. Так у 70-ті роки минулого століття найбільшими експортерами були Мексика та Таїланд, які виробляли відповідно 1180 тис. т і 425 тис. т щороку.

Таким чином, сучасний ринок плавикового шпату характеризується падінням виробництва порівняно з попередніми десятиліттями та відносно сталими показниками виробництва і міжнародної торгівлі в останні роки, а також деякими змінами у структурі споживання даного виду сировини.

За обсягами споживання флюориту лідирують високорозвинені країни, а також Китай та Мексика (рис. 3.8). Китай має можливість широко застосовувати видобуту плавиковошпатову сировину для потреб своєї досить потужної металургійної промисловості. Проте значна частина видобутої сировини переробляється з метою подальшого експорту флюоритової продукції (головним чином плавикової кислоти). У 1996 р. в Китаї відбулося різке, в 1,5 рази, зростання споживання плавиковошпатової сировини, що було викликано прийнятими на світовому ринку в 1995 р. заходами, спрямованими на скорочення китайського експорту флюориту. В результаті в Китаї були завантажені всі виробничі потужності з переробки цієї сировини. Мексика також переробляє частину своїх концентратів з метою продажу плавикової кислоти головним чином в США. Аналогічна ситуація можлива і в деяких інших країнах-експортерах.

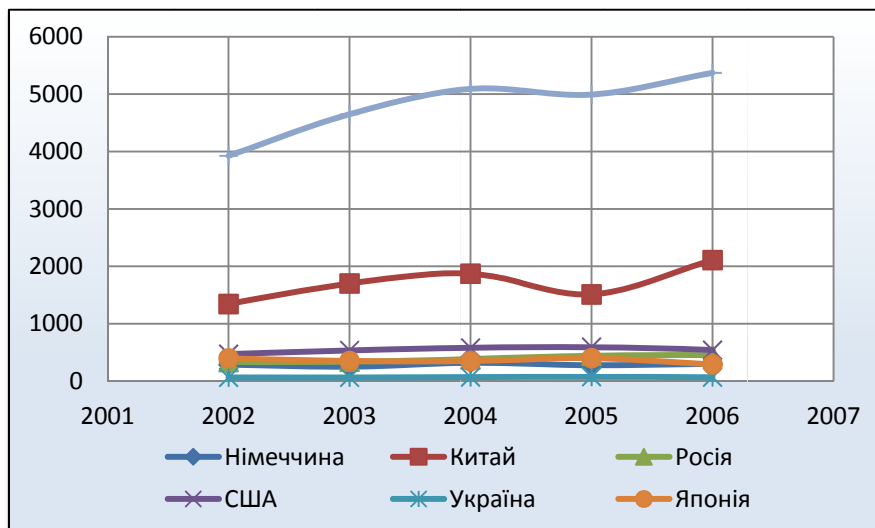


Рис. 3.8. Динаміка споживання плавиковошпатових концентратів окремими країнами світу, тис. т

Структура споживання концентратів флюориту різниться залежно від країни. Наприклад, в Росії співвідношення використання кислотного та металургійного сортів 1:1, в США воно становить 9:1, середньосвітовий показник – 7:3, що відображає технологічний рівень металургійного виробництва.

Ринок плавиковошпатової продукції основних регіонів світу

Серед країн Північної та Південної Америки за видобутком флюориту лідирують Мексика і Бразилія, а за імпортом – США і Канада.

Серед країн Латинської Америки основне місце на ринку флюориту належить Мексиці. До країн виробників флюориту належать також Бразилія, Аргентина та Колумбія, а до країн-імпортерів – Чилі, Еквадор, Гватемала, Перу, Венесуела, Тринідад і Тобаго.

В останні роки **Мексика** стала другим найбільшим виробником флюориту після Китаю. Таке ж місце вона займає і серед країн-експортерів CaF_2 . Близько 40 % запасів флюориту і найбільш якісні руди з вмістом флюориту 80–85 %, кальциту та кварцу – по 5–10 % і незначної кількості бариту та сульфідів зосереджені в кварц-кальцит-флюоритових родовищах *Лас-Кувас*, *Мінас-де-Навідад*, *Сарагоса-Ріо-Верде*, *Піко-де-Етеріо*. Пластоподібні поклади локалізовані в крейдових вапняках. Рудні тіла потужністю 15–40 м протяжністю 75–100 м виходять на денну поверхню. Запаси родовища *Лас-Кувас* перевищують 10 млн т плавикового шпату. В районі *Мінас-де-Навідад* крутопадаючі жили містять 50 % крупнокристалічного флюориту, придатного для отримання кускового концентрату.

Об'єми виробництва плавиковошпатової сировини в Мексиці значно зменшилися з 80-х рр. ХХ ст., коли вони складали приблизно 1 млн т/р., але залишаються стабільними з тенденцією до повільного зростання з середини 90-х рр. З цього обсягу видобутого флюориту 52–55 % використовується для виробництва кислотного сорту, решта – металургійного сорту CaF_2 [minerals.usgs]. Понад 55 % флюориту Мексика експортує. Частка країни в світовому експорті складає близько 13,5 %. Основні потоки спрямовані до США і Канади.

Найбільше виробництво зосереджено в штаті Сан-Луїс-Потосі, де випускається 75 % об'єму флюориту. Великими виробниками плавиковошпатової продукції є компанії *Cia Minera Las Cuevas* та *Fluorita de Mexico S.A. de C.V.*, які мають виробничі потужності в штатах Сан-Луїс-Потосі і Коліма.

Бразилія у 1996–2000 рр. в середньому видобувала приблизно 59 тис. т флюориту щороку, що не задовольняло її внутрішніх потреб. Імпорт плавиковошпатової сировини в країну в 1990–2000 рр. становив більше 30 тис. т/р. Виробництво CaF_2 зосереджено в штатах Ріо-де-Жанейро та Санта-Катаріна. Більше 70 % виробленого флюориту – кислотного сорту. Найбільшими компаніям з видобутку флюориту в Бразилії є: *Mineracao Santa Catarina Ltd (MSCL)* з потужністю видобутку 100 тис. т руди на рік; *Mineracao Nossa Senhora do Carmo Ltd*, яка

здійснює видобуток в штаті Парана, а її виробничі потужності складають близько 180 тис. т/рік.

Аргентина виробляє за останні роки близько 12 тис. т CaF_2 на рік, що приблизно в два рази більше, ніж в період 1992–96 рр., коли цей показник рідко перевищував 5 тис. т/р. В 1995–2000 рр. країна стабільно експортувала близько 0,3 тис. т/р та завозила близько 0,7 тис. т/рік CaF_2 [minerals.usgs].

Колумбія за останні десятиліття видобуває близько 800 т флюориту щорічно. Країна щорічно експортує близько 0,2 тис. т і завозить близько 0,5 тис. т CaF_2 .

На світовому ринку флюориту **США** займає значне місце, оскільки є однією з найбільших країн-імпортерів цього виду сировини. В період з 2000 року частка США в світовому імпорті флюориту складала приблизно 21 %, що становило більше 500 тис. т щорічного імпорту плавиково-вошпатової сировини [minerals.usgs]. Головними постачальниками плавикового шпату до США є: Мексика, Китай, ПАР, а також Канада та ЄС. Ціни, за якими США імпортують флюорит, становлять: за кислотний сорт – 110–130 \$/т, металургійний сорт – 85–105 \$/т. Проте треба зазначити, що ці ціни імпорту з Мексики, яка разом з США є членом NAFTA (North American Free Trade Association), в межах якої скасоване імпортне мито на флюорит, яке для кислотного сорту, наприклад, становить 5,5 \$/т.

Щорічний об'єм споживання CaF_2 в США складає 7,5 % його світового видобутку – від 490 до 719 тис. т, з яких до 90 % використовують на виробництво плавикової кислоти та фториду алюмінію, більше 3,5 % – на потреби металургії. Структура споживання значно змінилася порівняно з 80-ми роками минулого століття, коли металургія, як і хімічна промисловість, споживала приблизно 40 % флюориту.

У США здійснюється урядовий контроль за флюоритовими ресурсами за участю відповідних організацій – The Defence Logistics Agency, Defence National Stockpile Center (DLA-DNSC). В країні існує стратегічний запас цього виду сировини, але треба зазначити, що він змінюється в межах 200–660 тис. т [minerals.usgs]. Власний видобуток флюориту в США (як і експорт) порівняно з імпортом невеликий і складає 50–80 тис. т/рік.

Канада є значним імпортером флюориту, її частка в світовому імпорті CaF_2 складає приблизно 5 %. З 1995 року об'єм імпорту збільшився майже в два рази завдяки реконструкції та відкриттю заводу з виробництва HF (фтористоводневої кислоти) в Амертсбурзі, штат Онтаріо. Основними країнами-постачальниками плавиково-вошпатової сировини до Канади є Мексика, Марокко, Китай.

Запаси флюориту в Канаді оцінюються в 9 млн т руди із середнім вмістом CaF_2 50 % та 12,6 млн т руди з меншим вмістом, що могли б експлуатуватись за сприятливими економічними і технологічними умовами.

Серед африканських країн значними виробниками та експортерами плавиковошпатової сировини є ПАР, Марокко, Намібія, Kenія, Мозамбік, Туніс.

ПАР займає одне з провідних місць на світовому ринку флюориту. На найбільшому в країні жильному сульфідно-барит-флюоритовому родовищі *Вергенез* видобувають крупнокускову флюоритову руду з вмістом CaF_2 від 20 до 60 %. Провідну роль для видобутку флюориту відіграють родовища стратиформного кварц-кальцит-флюоритового типу на півдні і північному сході країни, хоча вміст флюориту в них відносно невисокий. На великому родовищі *Звартклуф* крутопадаючі пластові рудні тіла потужністю до 60 м і довжиною до 200 м простежуються на глибину 700 м, вміст флюориту в них становить приблизно 14 %, присутні домішки анкериту та сульфідів. Багаті метасоматичні руди району *Маріко* (85–90 % CaF_2) значною мірою вже вироблені. Родовище *Буффало* жильного кварц-кальцит-флюоритового типу з середнім вмістом 40 % CaF_2 і запасами 4 млн т руди не розробляється.

ПАР у 1995–2000 рр. виробляла в середньому більше 210 тис. т CaF_2 на рік і експортувала більше 90 % видобутого флюориту. Частка країни в світовому експорті дорівнює 8,5 %, тобто ПАР займає третє місце після Китаю та Мексики.

Найбільшими виробниками флюориту в країні є компанії:

- Vergenoe Mining Company Ltd з річною потужністю 125 тис. т кислотного сорту та 10 тис. т металургійного сорту флюориту;
- Witkop Fluorspar Mine Ltd – 200 тис. т/рік;
- Van den Hower Fluorspar Works – 50 тис. т/рік.

В 2000 р. компанія International Metal Processing of South Africa повторно почала видобуток на старій розробці *Буффало* з очікуваним обсягом виготовлення кислотного сорту CaF_2 – 120 тис. т/рік. Видобуток у свій час тут був припинений компанією GSNCOK через падіння попиту та ціни на світовому ринку на флюорит (ціна китайського флюориту кислотного сорту fob на той час становила 65–70 \$/т).

Видобуток на копальнях *Віткол* однойменна компанія почала у 1999 р., коли викупила їх у американської Phelps Dodge Corp. за 12 млн \$. Ресурси цього родовища та родовища *Баффелшок* (що знаходиться недалеко від першого) були оцінені в 14 млн т руди з вмістом

CaF₂ 15 %. Запаси родовища *Баффелшок* – 7,5 млн т руди з вмістом CaF₂ 18 % [minerals.usgs].

Запаси родовища *Віткол* на глибині 50–200 м, які на сьогоднішній день технологічно видобувати не доцільно, дорівнюють 750 млн т, що робить родовище найбільшим у світі.

Марокко є країною з розвинутою МСБ, у тому числі і плавиковошпатової сировини. Понад 60 % запасів флюориту тут припадає на єдине родовище *Ель-Хаммам*, яке експлуатується, з запасами більше 3 млн т. Воно представлено кварц-кальцит-флюоритовими жилами протяжністю до 2 км при потужності 2–8 м в гнейсах і кристалічних сланцях. Жили простежені до глибини 1,5 км і містять до 75 % CaF₂.

Марокко є виробником та експортером флюориту. Щороку тут випускають близько 100 тис. т CaF₂, причому майже 100 % продукції йде на експорт. Його частка в світовому експорті флюориту складає приблизно 4,5 %. В 1995 р. показники експорту досягли максимуму (135 тис. т), а в 2000 р. скоротилися до 78,2 тис. т [minerals.usgs]. Головними торговими партнерами Марокко є країни ЄС, на частку яких припадає близько 60 % експорту та імпорту країни.

Основним виробником флюориту в Марокко є Societe Anonyme des Entreprises Minières (SAMINE), яка здійснює видобуток на родовищі *Ель-Хаммам* (виробнича потужність близько 70 тис. т концентрату на рік).

В **Намібії** щороку видобувається приблизно 47 тис. т флюориту. Видобутком сировини та її збагаченням в країні займається компанія Okorusu Fluorspar (Pty.) Ltd, яка має виробничі потужності 60–80 тис. т флюориту кислотного сорту на рік. Вся продукція призначена для компанії Solway S.A., що володіє заводом з виготовлення плавикової кислоти в Німеччині.

В **Кенії** флюорит видобувають відкритим способом в *Чеберені*, недалеко від міста Елдорет, в середньому по 71 тис. т флюориту кислотного сорту щорік. Видобуток проводить компанія Kenya Fluorspar Co. Ltd, значну частину продукції експортує (приблизно 65 тис. т щорічно).

В **Мозамбіку** розробляються родовища *Джашир* (із запасами флюоритових руд в 635 тис. т, із середнім вмістом CaF₂ 65 %) та *Монте-Муабле* (середній вміст CaF₂ – 75–80 %). Основний виробник – компанія Grupo Madal SaRZ and MCM trading Ltd.

Європейські країни є помітними виробниками і споживачами плавиковошпатової продукції, особливо Іспанія, Італія, Франція, Велика Британія, Німеччина та ін. Наприкінці минулого сторіччя в ЄС вироблялося 428,6 тис. т флюориту щорічно (чи 9,92 % світової продукції). Однак, попит на флюорит тут значно перевищує об'єм власного виробництва, у зв'язку з чим європейські країни є значними імпортерами CaF₂

(2000 р. – понад 600 тис. т). Експорт з країн ЄС дорівнює приблизно 82 тис. т/рік. Найбільшими імпортерами флюориту в ЄС були Німеччина (53 % сукупного імпорту ЄС) та Італія (26 %).

Треба відзначити, що уряди країн ЄС прийняли програму з охорони навколишнього середовища, якою обмежується випуск речовин з вмістом HCFC. Поряд з цим, згідно з Кіотським протоколом, ЄС зобов'язується скоротити виділення промисловими підприємствами газів, що приводять до глобального потепління (парникового ефекту), на 8 % до 2010 р. від показників 1999 р. (включаючи HCFC.).

Значну кількість флюориту ЄС імпортує з Китаю, стосовно якого з 1995 р. застосовуються антидемпінгові заходи. Імпортне мито спрямоване на усунення різниці між цінами китайських експортерів та мінімальною ціною CaF_2 в Європі (в 2000 р. – 113,5 €/т).

Іспанія є найбільшим виробником плавиковошпатової сировини в ЄС, хоча видобуток флюориту тут постійно знижується: якщо у 70-і роки минулого століття він складав понад 300 тис. т щорічно, то у 80-і роки він знизився до 180 тис. т на рік, а в 90-і – до 120 тис. т флюориту на рік. Скорочується і експорт флюориту: якщо в 1995 р. він становив понад 36 тис. т, то в 2000 р. – 8,9 тис. т. Основними виробниками флюориту в Іспанії є компанія Fluorous S.A (49 % акцій якої належить Bethelhem Steel Corporation). Компанія є власником виробничих потужностей в *Каравії* (400 тис. т/рік), в Астурії (350 тис. т/рік) та *Колладі* (200 тис. т/рік). Іспанія також імпортує флюорит – приблизно 15,8 тис. т/рік.

Італії належить унікальне стратиформне вулканогенно-осадове родовище *П'янчіано*, тонкозернистий флюорит міститься в слаболітифікованих озерних піщано-глинистих пірокластичних відкладах вулкану Сабатіні. Запаси родовища оцінюються в 3,5 млн т, вміст CaF_2 сягає 35–40 %. Видобуток флюориту в країні скорочується швидкими темпами: якщо у 1995 р. було видобуто 125 тис. т, то в 2000 р. – вже тільки 65 тис. т [minerals.usgs].

Франція входить в десятку найбільших виробників флюориту. Основною сировинної бази плавикового шпату в країні є жильні кварц-кальцит-флюоритові родовища. Найбільші з них зосереджені в Центральному масиві і Провансі, де запаси флюоритових руд становлять відповідно 3,2 та 1 млн т. Рудні тіла представлені кварц-флюоритовими жилами потужністю 2–5 м (до 10 м), протяжністю від сотень метрів до декількох км, пов'язаними з тріщинами сколу. Окремі родовища, як правило, невеликі, але руди високоякісні (60–90 % CaF_2). Руди цих родовищ за складом кварц-флюоритові (родовище *Ескарро*) і барит-флюоритові (*Монрок*, *Муліжаль*). В департаменті Вар відоме родовище *Фонтсанте*, яке є єдиним в світі, що містить в промислових кількостях, крім бариту і флюориту, до 15–20 % селіту (MgF_2).

Крім того значна кількість запасів Франції (приблизно 40 %) зосереджені в метасоматичних стратиформних кальцит-флюоритових родовищах. Найбільш значні об'єкти такого типу знаходяться в південній частині району *Морван (Паризький басейн)*, де на облік знаходиться 5 млн т руди з вмістом CaF_2 34–39 %.

Франція випускає приблизно 115 тис. т концентратів щороку, що становить 2,45 % їх світового виробництва. Це вдвічі менше, ніж випускалося у 80-і роки минулого століття.

Експорт флюориту Франції коливається в межах 25–35 тис. т/рік, що становить 20–25 % CaF_2 , виробленого в країні. Головним виробником флюориту є *Societe Generale de Recherches d'Exploitation Minieres (SOGEREM)*, що володіє виробничими потужностями в *Центральному Масиві* та *Вогезах*, які дорівнюють приблизно 150 тис. т/рік. Значним виробником кислотного сорту флюориту є компанія *Comifluor S.A.* Імпорт флюориту до Франції незначний, приблизно 5,3 тис. т/рік.

Видобуток плавиковошпатової сировини у **Великій Британії** наприкінці ХХ ст. зменшився до 30 тис т/рік (приблизно 1,2–1,4 % світового видобутку). Основними виробниками флюориту в країні є компанія *Durham Industrial Minerals Ltd*, що має виробничі потужності в районі *Вердейла* (потужність підприємства приблизно 50 тис. т/рік) і *Laporte Industries Plc* в *Дербіширі* (10 тис. т/рік). Велика Британія експортує 5–6 тис. т флюориту щороку, імпорт флюориту складає до 10 тис т/рік.

Німеччина виробляє щороку приблизно 30 тис. т флюориту, експортує до 20 тис. т, але є основним імпортером CaF_2 в ЄС. Обсяги імпорту протягом 90-х років ХХ ст. поступово зросли до 270 тис т/рік.

Серед інших країн Європи в **Румунії** щорічний видобуток металургійного сорту флюориту сягає 15 тис. т, імпорт – приблизно 9 тис. т; в **Чехії** щорічно видобувають приблизно 15 тис. т флюориту, експортують 15–20 тис. т/рік, а імпортують CaF_2 до 30 тис. т; **Болгарія** виробляє 2 тис. т/рік, закупаючи 0,2 тис. т/рік; плавиковий шпат імпортують **Польща** (в середньому 7,6 тис. т/рік), **Словаччина** (7,5 тис. т/рік), **Угорщина**, **Словенія** (1,4 тис. т/рік), **Хорватія**, **Македонія**, **Сербія** і **Чорногорія** (по 0,2 тис. т/рік), **Норвегія** (55 тис. т).

Серед країн Азії найбільші запаси плавикового шпату зосереджені в Китаї, Монголії, Таїланді, Ірані, які одночасно є експортерами плавиковошпатової сировини.

В **Китаї** родовища флюориту розповсюджені в провінціях Чжецзян, Хубей, Шаньдун, у Внутрішній Монголії, де представлені крутопадаючими жилами потужністю 0,2–21 м, протяжністю від 20 м до 3,5 км, які вміщують до 60–95 % CaF_2 , складені легкозбагачувальними рудами. Приблизно 70 % запасів зосереджено більше ніж в 100 родовищах ру-

дного району *Ву-Джи* в провінції Чжецзян (*Ушишань, Луньшань, Цзяншань, Янмей, Наньшань* та ін.). В провінції Цзянсі відомі стратиформні родовища з метасоматичними кварц-кальцит-флюоритовими рудами з вмістом CaF_2 приблизно 40 %.

Китай є найбільшим виробником, експортером та споживачем флюориту в світі. Його частка в світовому видобутку становить 53 %, більше половини цього об'єму країна експортує. Однак, аналіз ринку плавиковошпатової сировини Китаю ускладнений обмеженістю офіційної інформації.

Китай щороку видобуває в середньому 2200–2500 тис. т флюориту з поступовим збільшенням об'єму видобутку. Поступово збільшується і частка кислотного сорту: на початку 1990-х років співвідношення металургійного сорту до кислотного складало 1,7:1; а в 2000 році – 1:1,1.

Китай є найбільшим експортером флюориту в світі, річний обсяг експорту якого складає понад 1200 тис. т. Основними торговими партнерами є Японія та США, куди направляється понад 67 % китайського флюориту. Напрямки і умови торгівлі визначаються Міністерством зовнішньої торгівлі та співробітництва Китаю (MOFTEC), яке встановлює експортні та імпорتنі квоти, умови експортного та імпортного ліцензування, в деяких випадках пропонує та встановлює ціни на сировину. Так, наприклад, в 2001 р. кількість флюориту на експорт було визначено в 1,15 млн т, серед яких встановлена ціна: 395 тис. т – 39 \$/т; 350 тис. т – 84 \$/т.

Значними запасами флюориту володіє **Монголія**, які зосереджені переважно в родовищах (близько 30) жильного кварц-флюоритового типу *Східно-Монгольського* флюоритового поясу. Найбільші з них *Бороундур* та *Адаг* з запасами більше 5 млн т [Аврасина, 1976; Храпов, 1976]. Вони представлені мінералізованими зонами протяжністю 1–4 км при потужності 2–10 м з вмістом CaF_2 30–40 %. В родовищі *Бороундур* зосереджено до 40 % запасів Монголії, а 20 % пов'язані з стратиформними метасоматичними карбонатно-флюоритовими рудами родовищ *Урген* і *Чукут-Уагандаль*.

Монголія є одним з найбільших виробників та експортерів плавикового шпату. Тут в період 1990–2000 рр. видобувалось в середньому 258 тис. т флюориту на рік, а частка країни у світовому експорті флюориту складала 7,6 % [minerals.usgs].

Основним виробником флюориту в країні є спільне підприємство *Mongolrostsvestmet Corp. (MONROS)*, яке також займається видобутком золота в країні. Цією компанією видобувається більше 560 тис. т руди на рік, 90 % якої переробляється на концентрати кислотного та металургійного сорту. MONROS здійснює видобуток на родовищах *Берхта, Бороундур, Айраг, Урген*, а також володіє комбінатом з випуску

флюоритового концентрату потужністю 150 тис. т на рік продукції кислотного сорту та 50 тис. т металургійного сорту.

Більша частина концентрату експортується до Росії, що обумовлює залежність видобутку флюориту в Монголії від попиту на російському ринку металургії та хімічної промисловості. Крім цього монгольський флюорит вивозиться в Німеччину та Китай. В 1997–2000 рр. експорт флюориту становив 160 тис. т щороку або \$2 млн (5 % від сукупного експорту країни). Треба відмітити, що 40 % сукупного експорту Монголії складає експорт мінеральної сировини, з них 17 % становить експорт флюориту.

Таїланд видобуває приблизно 13,5 тис. т плавикового шпату на рік (менше 1 % світового видобутку). Об'єми видобутку поступово знижуються: в 1970-і р. видобували понад 420 тис. т флюориту щорік, в 1980-х – понад 250 тис. т, а в 1990-х – 54 тис. т [Корытов, 1976]. Так само скорочувався і експорт флюориту з Таїланду, який раніше був одним з найбільших постачальників цього виду сировини на світовий ринок. Основними виробниками плавикового шпату в країні є компанії Phanom Thuan Mining Co. Ltd, SKT Minerals Co. Ltd, Thai Fluorite Processing Co. Ltd, Universal Mining Co. Ltd, сумарні виробничі потужності яких сягають 130 тис. т флюориту щороку. Наразі Таїланд експортує і імпортує від 4 до 8 тис. т флюориту на рік.

В **Ірані** щорічно видобувають понад 20 тис. т плавикового шпату на 10 підприємств, більшість з яких є малопотужними. Найбільше з родовищ – *Катар-Меді* розміщене в провінції Хорасан (м. Тебес). Іран виробляє флюорит лише металургійного сорту, до того ж він розбирається вручну.

Серед інших азійських країн флюорит видобувають в **Північній Кореї** (приблизно 35 тис. т на рік), **Індії** (більше 20 тис. т на рік).

Найбільшим азійським імпортером флюориту є **Японія**. Її частка в світовому імпорті CaF_2 складає приблизно 20 %. Країна щороку завозить до 550 тис. т цього виду сировини. Основними постачальниками плавикового шпату до Японії є Китай (85 %), Мексика (12 %) і Кенія (1,3 %). Незначну кількість флюориту, приблизно 1 тис. т щороку, Японія експортує в інші країни регіону – Сінгапур, Таїланд, Тайвань.

Ринок плавиковошпатової продукції країн СНД

Запаси плавикового шпату в країнах СНД оцінюються в 47 млн т (Росія – 63 %, Казахстан – 18 %, Узбекистан – 7 %, Таджикистан – 5 %, Киргизія – 4 %, Україна – 3 %). Більшість запасів (75 %) пов'язані з гідротермальними родовищами і лише 25 % – з грейзеновими. Карбона-

титові, вулканогенно-осадові та залишкові родовища в СНД не мають практичного значення.

В **Росії** запаси зосереджені в 22 родовищах на сході країни. Основна частина підтверджених запасів (більше 40 %) зосереджена в рідкіснометальних родовищах Приморського краю (*Вознесенське, Пограничне*) [Михайлов и др., 1998; Рязанцева, Шкурко, 1992; minegal.ru]. Великі запаси містяться також в жильних кварц-флюоритових родовищах Забайкалля – *Калангуйське, Усуглинське, Гарсонуйське, Уртуйське* в Читинській області, *Каранське та Егитинське* – в Бурятії [Коплус, Коротаев, 1997]. Тут жили і лінзоподібні поклади містять 25–70 % флюориту [Аврасина, 1976].

Недоліком сировинної бази флюориту Росії є розміщення всіх балансових запасів та підприємств з видобутку та переробки флюориту в районі на схід від оз. Байкал. Крім цього, на родовищах Забайкалля переважають дрібноокраплені флюоритові руди, що не дозволяє виробляти достатню кількість кускового концентрату для металургії.

Плавикувошпатова галузь в Росії представлена такими підприємствами, як Ярославський ГЗК в Приморському краї, Калангуйський ПШК в Читинській області, Кяхтинський рудник в Бурятії.

В **Казахстані** основні запаси флюориту зосереджені в стратиформних родовищах *Таскайнарського* рудного вузла (Південний Казахстан), які належать до кварц-кальцит-флюоритового геолого-промислового типу.

Найбільше родовище *Таскайнар Південний* представлено пласто-подібними покладами із середнім вмістом флюориту 30 %. На родовищі рідкіснометально-флюоритових руд *Сонячному* розвідані запаси складають 2650 тис. т за середнього вмісту флюориту в корінних рудах 30 %, а в корах вивітрювання – 50 %.

В **Узбекистані** запаси флюориту приурочені до родовищ *Агата-Чибаргата, Наугискен, Суппотап* жильного сульфідно-барит-флюоритового геолого-промислового типу в межах *Чаткало-Кураминської* структурно-металогенічної зони. Середній вміст флюориту складає 35-40 %.

В **Таджикистані** запаси флюориту зосереджені в родовищах жильного сульфідно-барит-флюоритового типу, що розвідані в межах 2 структурно-металогенічних зон: *Чаткало-Кураминської (Наугарзан)* та *Південно-Гіссарської (Такоб, Кандара, Бігар)*. Вміст флюориту в лінзоподібних та жильних тілах складає 25–55 % [Бордюгов, 2000].

Запаси плавикувального шпату в **Киргизії** пов'язані з родовищем комплексних ртутно-флюоритових руд (*Хайдаркан*), що розташоване в *Талаському та Актюдському* рудних районах.

Видобуток флюориту здійснюється в п'яти країнах СНД (рис. 3.9). Найбільше падіння видобутку флюориту наприкінці минулого століття, порівняно з часами СРСР, відбулося в Росії. Більше 70 % продукції країни виробляється Ярославським ГЗК в Примор'ї, що розробляє руди *Вознесенського* родовища. Комбінат планує розробку *Пограничного* родовища, запаси якого є резервом першої черги, але вона відкладена на невизначений період. У другій половині 90-х років ГЗК повністю припиняв видобуток флюориту, з чим і пов'язане різке скорочення виробництва плавикувошпатової сировини в Росії. Треба відмітити, що й зараз комбінат працює щент нерівномірно і роки, коли видобуток здійснюється в повних об'ємах, чергуються з роками припинення робіт.

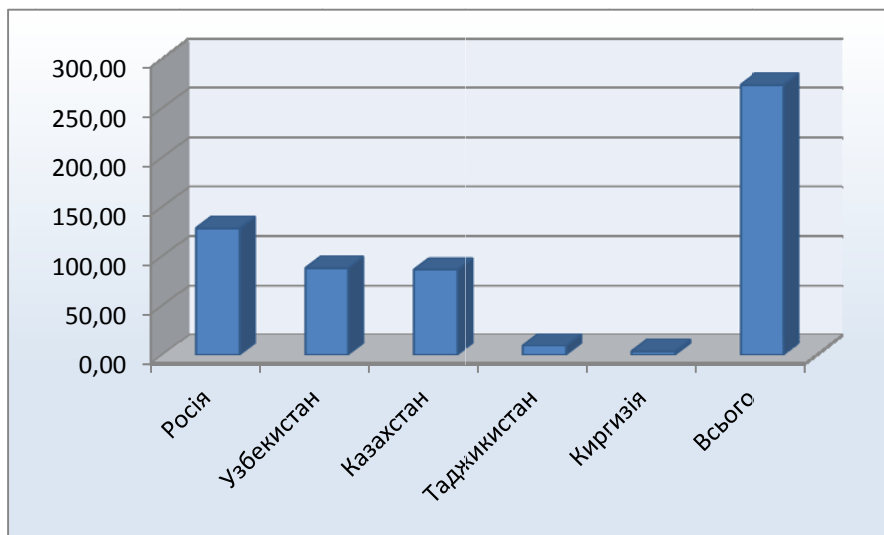


Рис. 3.9. Обсяги виробництва флюориту в країнах СНД в тис. т/рік

В Забайкаллі діють Калангуйський та Кяхтинський ГЗК, що працюють на привізних рудах *Вознесенського* родовища. Концентрати, які тут випускаються, характеризуються невисокою якістю, що пояснюється непростими технологічними особливостями руд, неякісними реагентами та застарілим обладнанням збагачувальних ліній. Для забезпечення завантаження ГЗК передбачалось наприкінці 1990-х років ввести в експлуатацію ряд рудників (*Улунтуйський, Оцолуйський, Гарсонуйський, Наранський*), що не було реалізованим. Основною проблемою Забайкальського регіону залишається низький рівень рентабельності розробки родовищ.

В Таджикистані у складі Ленінабадського ГЗК діє Тойтубинська збагачувальна фабрика потужністю 100 тис. т концентрату на рік. Розробляються родовища *Агата-Чибаргата* та *Науґискен*. Такобський плавиковошпатовий комбінат, з потужністю 15 тис. т флотаційного концентрату на рік, розробляє родовища *Такоб* та *Науґарзан*.

В Киргизії плавиковий шпат отримують попутно під час розробки комплексних ртутно-сурм'яно-флюоритових руд.

В Росії споживання флюориту задовольняється за рахунок власного виробництва на 65 %, а потреби в кусковому флюориті для металургії – на 20–25 % (рис. 3.10). Крім цього відчувається гостра нестача високоякісної сировини для зварювального виробництва.

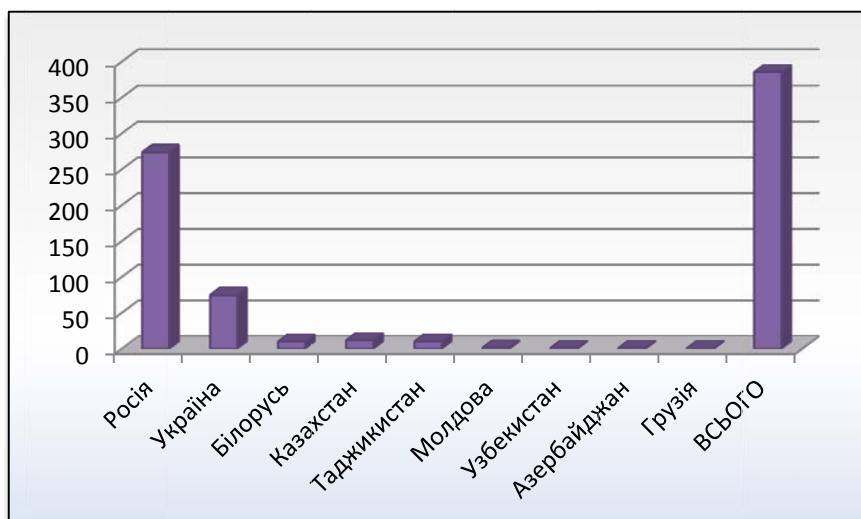


Рис. 3.10. Обсяги щорічного споживання плавикового шпату в країнах СНД, тис. т [Бордюгов, 2000; Мінеральні ресурси..., 2003]

Експорт флюориту до Росії та інших країн СНД здійснюють Казахстан та Узбекистан, хоча точних даних про об'єми поставок і ціни продукції немає. Структура споживання плавикового шпату на території СНД в порівнянні з США наведена в табл. 3.8, а баланс споживання – в табл. 3.9.

Таблиця 3.8

Структура споживання плавикового шпату в країнах СНД та США

Області використання	США		СНД	
	тис. т	%	тис. т	%
HF, хімічна промисловість, виробництво алюмінію	463,2	72,6	486	63,5
Чорна металургія	142,9	22,4	179,3	23,4
Зварювальне виробництво	12,4	1,9	22,0	2,9
Виробництво кераміки, емалей, скла	8,7	0,8	18,0	2,4
Інше	14,7	2,3	60	7,8
ВСЬОГО	638	100	765,3	100

Таблиця 3.9

Баланс споживання та виробництва плавиковошпатової продукції в країнах СНД

Види продукції	1990	1995	2000	2005
1. Для атомної енергетики, алюмінієвої, хімічної промисловості:				
- потреби	584	531	484	484
- виробництво	30			
- надлишок (дефіцит)	441	542	570	570
- надлишок (дефіцит)	-143	11	86	86
2. Кускові та гравітаційні концентрати для металургії та інших галузей:				
- потреби	278	330	340	360
- виробництво	120			
- надлишок (дефіцит)	49	70	102	104
- надлишок (дефіцит)	-229	-260	-238	-256
3. Зварювальні концентрати:				
- потреби	47	51	55	60
- виробництво	25			
- надлишок (дефіцит)	31	35	42	42
- надлишок (дефіцит)	-16	-16	-13	-18
4. Разом:				
- потреби	909	912	879	904
- виробництво	175			
- надлишок (дефіцит)	521	647	714	716
- надлишок (дефіцит)	-388	-265	-165	-188
5. Імпорт в 1990 році разом:				
- флотажні концентрати	750			
- кускові концентрати	118			
- руда	280			
- руда	372			
6. Забезпечення попиту власним виробництвом, %:				
- флотоконцентратами для атомної енергетики, алюмінієвої, хімічної промисловості	57,3	70,9	81,2	79,2
- кусковими та гравітаційними концентратами для металургії та інших галузей	75,5	102,1	117,8	117,8
- зварювальними концентратами	17,6	21,2	30,0	28,9
- зварювальними концентратами	66,0	68,6	76,4	70,0

Аналіз особливостей споживання та зовнішньої торгівлі плавиковошпатовою продукцією в Україні

Україна має потужну металургійну галузь і є значним споживачем плавиковошпатової сировини, яка для нашої країни є сировиною стратегічного значення. Україна стабільно входить до 15 найбільших світових споживачів CaF_2 , а серед країн СНД займає друге місце після Росії. Щорічно наша країна споживає 55–75 тис. т флюориту. Обсяги його використання в металургії під час виплавки сталі показані на рис. 3.11. Крім названої галузі, значна кількість плавикового шпату використовується у зварювальному виробництві та в цементній промисловості.

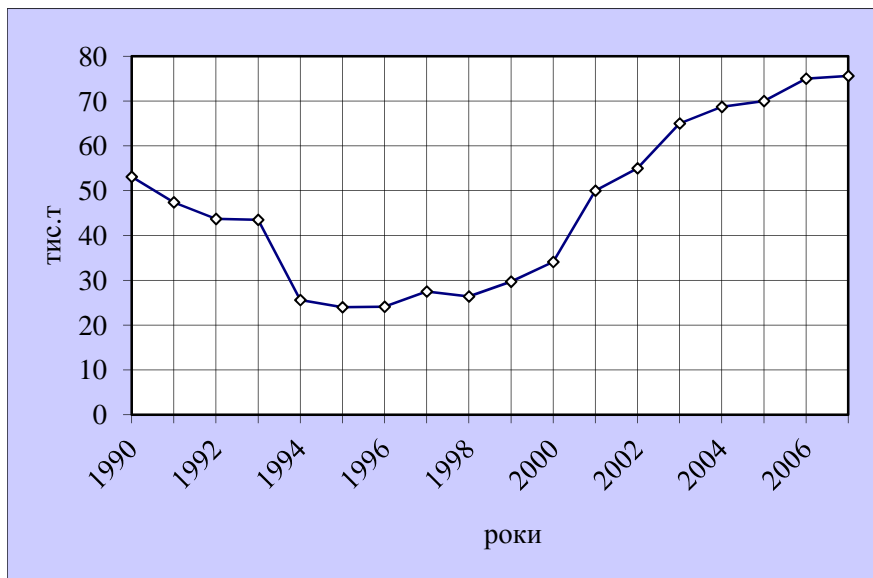


Рис. 3.11. Споживання плавикового шпату під час виплавки сталі в Україні

Власний видобуток флюориту в Україні не ведеться, необхідний обсяг флюориту імпортується, головним чином, з Китаю, Росії, Монголії. Середня ціна імпортного флюориту в 1991–1995 роках складала 105,5 \$/т, а в 1995–2000 роках зросла до 127,3 \$/т.

Максимальна потреба України в плавиковошпатових концентратах складала 175 тис. т в 1990 р., в тому числі 120 тис. т для чорної металургії [Внешнеторговий..., 1991]. Щодо структури споживання концентратів на той час, то близько 85 % як кускових, так і флота-

ційних концентратів використовують підприємства чорної металургії, для потреб хімічної промисловості надходило 8 % концентратів, для підприємств будівельної індустрії – 11 %. При цьому 96 % кускового концентрату імпортувалось з Монголії та Китаю, а основна кількість флотаційного концентрату постачалась Ярославським ГЗК (Росія).

Вимоги, що висувають діючі підприємства України до плавиковошпатової продукції, відповідають найжорсткішим світовим стандартам.

Споживання плавикового шпату в Україні за різними оцінками складає від 60 до 120 тис. т, а за оцінками спеціальних комісій ООН в Україну імпортується лише близько 11 тис. т флюоритових концентратів [minerals.usgs]. Точну оцінку цим показникам дати важко через їх неповноту і розрізненість. Майже неможливо користуватись навіть даними української митної служби та статистичних відомств, оскільки під одним кодовим номером імпортних товарів 2529 (за кодом ТНЗЕД) проходять “Польовий шпат, лейцит, нефелін та нефеліновий сієніт, плавиковий шпат”.

Продукція постачалась із Росії, Китаю, Монголії, Киргизії, Узбекистану, Чехії, Німеччини. Наприклад, в 1999 р. було завезено 31,429 тис. т флюориту, у тому числі з Китаю – 17,977 тис. т (57,1 %), Монголії – 7,883 тис. т (25 %), Росії – 5,366 тис. т (17 %), Киргизії – 203 т (0,64 %).

Основна частина плавикового шпату в Україні використовується в чорній металургії. Частка кислотних сортів є незначною, а потреби промисловості у фторвмісних хімікатах задовольняються іншими способами.

За даними ДГС, використання флюоритових концентратів в Україні дорівнює 55–60 тис. т. З цього обсягу чорною металургією споживається приблизно 35 тис. т, решта надходить до підприємств цементної промисловості та зварювального виробництва. Вірогідно, саме зі зміною потреб останніх і пов'язані коливання кількості імпорту плавиковошпатової продукції. Перелік підприємств-споживачів плавикового шпату в Україні наведено в табл. 3.11.

Таблиця 3.11

Структура імпорту споживачів плавикового шпату в Україні (Протокол засідання..., 1999 р.)

Підприємство	Китай		Монголія		Калангуйський к-т		Ярославський к-т		Кяхтинський к-т	
	1989	1990	1989	1990	1989	1990	1989	1990	1989	1990
Концентрат плавиковошпатовий кусковий										
Горлівський машзавод, м. Горлівка			180	180						
Грушківський машзавод, с. Грушківка			5	5						
Завод Турбогаз, м. Ужгород	65									
Дніпровський к-т ім. Дзержинського	8250	8250	4745	4745						
К-т "Криворіжсталь"	19380	19380	8190	8190						
Металургійний к-т ім.Петровського, м. Дніпропетровськ	2250	2250	1040	1040						
Центральний рудорем. завод, м. Кривий Ріг			780	845						
Південно-трубний завод, м. Нікополь	250									
Дніпропетровський завод прокатних валків			130	130						
Ренкормаш, м. Кривий Ріг			65							
Метизне ПО, м. Дніпропетровськ	65	65								
Новомосковський метизний завод					1400	1400				
З-д "Дніпроспецсталь", м. Запоріжжя	2450	2450	2730	2730	2800	2800				
Донецький металургійний завод	6020	6020								
Єнакієвський металургійний завод	8050									
Комунарський меткомбінат			3185	3185						
К-т "Азовсталь", м. Маріуполь	6000	6000								
Металургічний к-т ім. Ільча, м. Маріуполь	4350	4350								
Краматорський завод ім. Куйбишева			3965	3965						
Харцизький трубний з-д			195	210						
Лутугінський з-д прокатних валків			130	130						
З-д порошкової металургії м. Бровари	11	260	260							
Краматорський з-д "Енергомашспецсталь"	1820	1820								
Новокраматорський машинобудівельний завод	550	550								
ПО "Ворошиловградтепловоз"			65	130						
Старо-Краматорський машинобудівельний завод		180	195							

Концентрат плавикового шпату флотаційний											
3-д феросплавів, м.Нікополь								19200	19000	4240	4240
Метизне П/П, м.Дніпропетровськ					140	140					
Запорізький вогнетривкий завод					70		1120	1120			
Новокраматорський машинобудівний завод	50	50									
Маріупольський завод важкого машинобудування	100	100									
Крюківський вагонний завод	100	100									
3-д "Хіммаш", м. Полтава					70	70					
Сумський завод ім. Фрунзе	400	400	260	260							
3-д "Красний Октябрь", м. Фастів					70	70					
Суднобудівельний завод "Океан", м. Нікополь	250	250									
Чорноморський суднобудівельний завод, м. Миколаїв	150	150									
Донецький хіміко-металургійний завод					140	140					
П/О "Турбоатом"	65	65									
Краматорський сталеплавильний завод	400	400									
Електромеханічний завод, м. Харків	50	50	65	65							
Тракторний завод, м. Харків	150	150									
3-д поршневих кілець, м. Одеса	100	100									
П/О ім.Малишева, м. Харків	65	65									
ПО "Донецькавтоцветмаш"			455	455							
Завод "Емальпосуд", м. Чернівці			65	65							
Емаль завод ім. Артема, м. Луганськ	260	260									
Стекольний завод ім.Маркса, Харківська обл.	260	260									
Запорізький завод зварювальних флюсів	450	550			12000	12000					
Завод "Кондиціонер", м. Харків	120	120									
Завод "Красний Октябрь", м. Харків	250	250									
Завод "Більшовик", м. Київ	19	43									
Машзавод, м. Сміла	20	7									
Арматорський завод, м. Міргород		50									
Лебединський завод технологічного обладнання			70	70							
Усього на 1989 р. – 107180; на 1990 – 106055											

3.3. Генетичні та геолого-промислові типи родовищ плавикового шпату

Для ефективного вирішення геолого-економічних задач велике значення має систематика і класифікація флюоритових і флюоритовмісних родовищ. Існує багато прикладів класифікації родовищ плавикового шпату, побудованих на різних класифікаційних принципах: генетичних [Минералого-геохимические..., 1993; Неметаллическое минеральное..., 1993; Кулиш и др., 2005], формаційних [Критерии и методика..., 1981;], промислових [Комарова, 1974, 1976; Комов, Кулиш, 2007], мінералогічних тощо.

Генетичні типи родовищ плавикового шпату

Плавиковий шпат утворюється в результаті різних процесів (магматичних, пегматитових, карбонатитових, скарнових, гідротермальних, осадових) в широкому діапазоні температур, як в результаті високотемпературних (в асоціації з такими мінералами, як топаз, берил, каситерит, вольфраміт, літєві слюди), так і низькотемпературних гідротермальних процесів (сульфіди, кіновар, барит, кальцит, каолініт та інші низькотемпературні мінерали). Найважливішими в промисловому відношенні є наступні генетичні типи родовищ: карбонатитовий (флюорит-рідкісноземельні родовища); пегматитовий (оптичний флюорит); гідротермальний (високо-, середньо-, низькотемпературний) [Курс месторождений..., 1969; Літогенез і піогенне..., 2003; Неметалічні..., 2003, 2008; Неметаллические полезные..., 1984; Промышленные типы..., 1982].

В межах цих та інших генетичних типів виділяють ряд рудних формацій, провідними з яких є: флюорит-слюдисто-берилієва, флюорит-берtrandитова, флюорит-карбонатна, флюорит-гематит-бастнезитова, флюорит-кіновар-антимонітова, флюорит-галеніт-сфалерит-халькопіртова (флюорит-поліметалічна), флюорит-кварцова, флюорит-польовошпатована тощо. Основне промислове значення мають флюорит-слюдиста, флюорит-поліметалічна й флюорит-кварцова формації.

Головні типи родовищ флюориту: власне плавиковошпатові ($\text{CaF}_2 > 30\%$) і комплексні ($\text{CaF}_2 < 30\%$), родовища першої групи поділяються на кварц-флюоритові, карбонат-флюоритові, польовошпато-флюоритові, барит-флюоритові, топаз-флюоритові; другої – на флюорит-берилієві, флюорит-олов'яні, ртутно-сурм'яно-флюоритові, флюорит-залізородні, флюорит-олов'яно-вольфрамові [Комарова, 1974; Неметалічні..., 2008; Пузаков, Коплус, 1975].

Таким чином, найважливішими генетичними типами родовищ є: карбонатитові (флюорит-рідкісноземельні родовища); пегматитові (оптичний флюорит); гідротермальні високотемпературні (грейзенові, скарнові), середньотемпературні та низькотемпературні.

Для типізації флюоритових формацій зазвичай застосовують такі класифікаційні ознаки: типовий мінеральний склад, геологічні умови локалізації, характер метасоматичних змін, структурно-морфологічні особливості і таке інше [Коплус, Пахомов, 1990; Пузаков, Коплус, 1975; Романович, 1986]. На основі цих ознак виділяється наступний ряд генетичних типів і рудних формацій, які у свою чергу поділяються на мінеральні типи.

Карбонатитові родовища (формація флюорит-рідкісноземельних карбонатитів) розташовані на щитах, платформах і в областях закінченої складчастості. Вони складені комплексними флюорит-рідкісноземельними рудами, в яких основними компонентами є фторкарбонати рідкісних земель (синхізит, бастнезит, паризит), флюорит є супутнім мінералом. Руди формують пласто-, трубо-, лінзо-подібні тіла, є комплексними і слугують джерелом не стільки флюориту, скільки рідкісних металів, заліза, поліметалів, бариту й ангідриту. Вони відповідають рідкісноземельному апатит-гематит-карбонатно-флюоритовому з ніобієм мінеральному типу.

Пегматитові родовища (формація флюоритонесних камерних пегматитів) розповсюджені обмежено, характеризуються незначними запасами флюориту і тому рентабельні лише як джерело найбільш цінного оптичного флюориту. Форма рудних покладів – ізометричні і трубоподібні тіла. Вмісні породи представлені гранітами. Пегматитові тіла в порожнинах виповнені кристалами оптичного флюориту, моріону, раухтопазу, гірського кристалю, вмісні породи – граніти (родовища Казахстану). Часто на контактах блокового пегматиту з кварцовим ядром кристали складають друзи, в яких зустрічаються також п'єзокварц, моріон та інші мінерали. Кристали флюориту, як правило, вкриті оболонкою глинистої речовини. Можливий паралельний видобуток кварцу і топазу. Характерними мінеральними типами є слюдисто-плагіоклазовий з бериллом і флюорит-кристалевий.

Високотемпературні гідротермальні родовища флюориту (грейзенова та грейзеново-скарнова рідкісноземельно-флюоритова формація), як правило, розташовані в зоні контакту гранітів з вмісними породами. Практичний інтерес мають родовища, що виникають за наявності карбонатних товщ (вапняки, доломіти). Біля високотемпературних гідротермальних тіл плавикового шпату граніти перетворені на грейзени, вапняки – на скарни. Форма рудних тіл – штоки, лінзи, жили. Масова частка флюориту в рудах складає 30–50 %. Для скарнових ро-

довищ характерна тісна асоціація флюориту зі світлими слюдами, турмаліном, каситеритом, топазом, кріолітом, іншими високотемпературними мінералами та бідність кварцом і кальцитом. Процес рудоутворення починається з розвитку магнезіальних форстерит-шпінелевих скарнів, які пізніше заміщуються вапняковими піроксен-гранатовими скарнами. Потім проявляються процеси фельдшпатизації та грейзенизації. Руди є джерелом отримання вольфраміту, молібденіту, каситериту і мінералів берилію (хризоберил, берил, фенакіт, гельвін). У грейзенах локалізується в основному каситеритова мінералізація, у скарнах концентруються флюоритові та берилієві мінерали. Зруденіння пов'язане зі скарнами і карбонатними породами, при цьому магнетит-слюдисто-флюорит-гельвін-хризоберилова руда локалізується переважно в скарнах, а топаз-флюорит-хризоберилова – у вапняках. Приклади родовищ: *Пост-Рівер* на Алясці, флюоритові руди *Суцано-Пержанської* зони УЩ. Характерні мінеральні типи – мусковіт-турмалін-фенакіт-флюоритовий з літій-олов'яною мінералізацією, мусковіт-хризоберил-топаз-флюоритовий з вольфрам-молібденовою мінералізацією, флюорит-тантал-ніобій-цирконієвий.

Родовища кріолітових польвошпатових апогранітів (формація кріолітоносних гранітів) розвинені порівняно обмежено. Як джерело фтору мають, скоріше, потенційне значення, хоч запаси фтору в деяких родовищах досить значні. Відомі родовища в Нігерії, Гренландії.

Середньотемпературні гідротермальні родовища (формації флюорит-барит-поліметалічна, флюорит-бертрандитова, флюорит-рідкісноземельна) розташовані поблизу материнських гранітних масивів, як правило, в осадових породах. Вони утворюють як жили, так і метасоматичні тіла різних розмірів. За мінералогічним складом руди полімінеральні, крім флюориту зустрічаються кварц, барит, кальцит, галеніт, сфалерит, халькопірит та ін. У родовищах, що залягають у карбонатних породах, проявлений гідротермальний метасоматоз. Плавикий шпат утворює масивні та шестуваті агрегати і супроводжується кварцом, баритом, сфалеритом, галенітом, халькопіритом, гематитом і кальцитом. Подекуди вміст сульфідів досягає великих значень і вони є головним об'єктом видобутку. Прикладом можуть бути родовища *Абаготуйське* в Забайкаллі, *Аурахматське* в Казахстані, *Покрово-Кириївське* в Україні.

Низькотемпературні гідротермальні родовища (поліметалічно-барит-флюоритова і сурм'яно-ртутно-флюоритова формації) зазвичай залягають в основних, часто в карбонатних породах при відсутності або слабкому прояві магматизму (телетермальні, амагматичні родовища). Рудні тіла залягають у карбонатних породах, інколи в пісковицях з карбонатним цементом. Відомі як пластові метасоматичні тіла,

так і жильні утворення. Основні мінерали – флюорит, кальцит, галеніт, сфалерит, халькопірит, марказит, барит, кіновар, антимоніт, бітуми. Флюорит утворює паралельно-шестуваті і концентричні агрегати, супроводжується каолінітом, аморфним кремнеземом, піритом, марказитом, іноді антимонітом і кіновар'ю. Цей тип родовищ відрізняється слабими змінами бокових порід. Приклади родовищ: *Хайдарканське* в Середній Азії, *Калангутське* в Забайкаллі, *Бахтинське* і *Покрово-Кириївське* в Україні.

Крім розглянутих типів родовищ, зустрічаються також інфільтраційні, залишкові уламкові і кір вивітрювання, а також вулканогенно-осадові концентрації флюориту.

Інфільтраційні родовища утворюються при міграції фторвмісних розчинів по тріщинах і карстових порожнинах (наприклад, родовища Сардинії).

Залишкові уламкові родовища флюориту можуть мати промислове значення, хоча їх джерело – первинні флюоритові жили – можуть і не являти цінності через малу потужність (Центральний масив у Франції, родовища у штатах Кентуккі та Іллінойс). На таких об'єктах відбувається винос розчинного вапняку та кальциту із жил поверхневими водами, а нерозчинний флюорит утворює залишкові скупчення.

Родовища кір вивітрювання (глинисто-флюоритова формація) трапляються в зонах гіпергенезу ендегенних родовищ флюориту. Поклади мають плащеподібну форму і, як правило, пов'язані з карбонатними породами (*Покрово-Кириївське* родовище). Характерні мінеральні типи – гідрослюдисто-каолініт-флюоритовий і глинисто-кварц-флюоритовий.

Вулканогенно-осадові родовища (вулканогенно-осадова флюоритова формація) пов'язані з концентрацією флюориту вулканогенно-осадового типу (родовище *П'янчино* в Італії). Характерні мінеральні типи – барит-карбонат-флюоритовий і барит-гематит-флюоритовий.

Геолого-промислові типи родовищ плавикового шпату

В основу промислової класифікації родовищ плавикового шпату покладені фактори, що обумовлюють методи розвідки і промислову цінність родовищ: вміст CaF_2 , запаси, механізми утворення родовищ, характер залягання, розміри і морфологія рудних тіл, мінералогічний склад, технологічні властивості руд, гірничо-геологічні умови розробки родовищ тощо.

До промислових родовищ належать об'єкти, що характеризуються вмістом фтористого кальцію не менше 30 %, наявністю запасів, що дозволяють проектувати на їх основі гірничо-збагачувальні підприємс-

тва і, нарешті, можливістю одержання сучасними методами збагачення кондиційних флюоритових концентратів. За вмістом CaF_2 розрізняють руди (%): багаті – більше 50, середні – 35–50, рядові – до 35. За запасами родовища поділяються на (млн т): дрібні – 0,5–2, середні – 2–5, великі – 5–10, унікальні – більше 10.

За механізмом утворення виділяють два основні типи плавиковошпатового зруденіння, що різняться також за промисловим значенням і технологією збагачення руд.

Перший з них пов'язаний з відкритими порожнинами розривних структур. Зруденіння, що локалізується в них, представлене різними структурно-морфологічними різновидами плитоподібних і трубкоподібних тіл, лінзоподібних жил, жильних зон, рідше пластовидних покладів, що мають, як правило, круті падіння. Цей тип зруденіння є основним постачальником металургійних сортів плавиковошпатових концентратів, що отримують з руд, які містять флюорит в кількостях більше 50–55 %. Жильні тіла, відрізняються меншим вмістом флюориту, для руд, що їх складають, є неможливим застосування гравітаційних методів збагачення через їхні текстурно-структурні особливості, тому з них отримують переважно флотаційні хімічні сорти концентратів.

Другий тип зруденіння пов'язаний з процесами фторового метасоматозу карбонатних, значно рідше алюмосилікатних порід. В карбонатних породах формуються переважно стратиформні поклади – пластові, пласто- і лінзоподібні, а також трубкоподібні. При заміщенні флюоритом алюмосилікатних порід утворюються складні форми плавиковошпатових покладів. Метасоматичні руди збагачуються виключно методами флотації. Проте в окремих випадках, наприклад, на *Покрово-Кириївському* родовищі, метасоматичні руди з вмістом флюориту до 70 % можуть бути використані як металургійна сировина [Пузаков, Коплус, 1975].

Останнім часом роль метасоматичних типів плавиковошпатового зруденіння, особливо такого, що формувалося в умовах накладених западин, чохла платформ, серединних масивів в загальному балансі промислових запасів світу збільшилася до 60 %.

За генетичними особливостями родовищ виділяють два основних типи: гідротермальні (епітермальні) і рідкіснометально-флюорит-грейзенові родовища, які поділяються на декілька підтипів. Набагато менше значення мають рідкісноземельно-флюоритовий тип і родовища кір вивітрування. Їхня характеристика наведена в табл. 3.12.

Найбільш розповсюджені промислові типи **гідротермальних (епітермальних)** родовищ. Вони являють собою тіла виповнення, мінералізовані зони дроблення або стратиформні метасоматичні поклади. Як правило, форми тіл виповнення – крутопадаючі складні плито- і

лінзоподібні жили, стовпи. Метасоматити часто утворюють субгоризонтальні, сідловидні і куполоподібні поклади. Основу руд складають кварц (до 70 %) і флюорит (до 90 %). Рідше зустрічаються кальцит, доломіт, анкерит (в сумі до 45 %), ще рідше – барит, польовий шпат, каолінит, слюди, галеніт, сфалерит, пірит, халькопірит. З флюоритом можуть асоціювати адуляр, опал, халцедон. Серед промислових переважають жильні кварц-флюоритові (часто з баритом і кальцитом) родовища, запаси руд яких складають від 10–20 тис. т до 5–7 млн т. Окремі жили і поклади можуть використовуватися як джерело природного кускового плавиковошпатового концентрату. Із руд, що вміщують сульфідні, разом з флюоритом вилучають свинець, цинк та інші корисні компоненти. Карбонатно-кварц-флюоритові руди на промислових об'єктах мають обмежене розповсюдження, але вони складають більшість резервних родовищ. Барит-флюоритові родовища відіграють підпорядковану роль.

Рідкіснометально-флюорит-грейзенові родовища зустрічаються зрідка, але з ними пов'язані крупні джерела плавикового шпату. Метасоматичні мусковіт-турмалін-фенакіт-флюоритові і мусковіт-хризоберил-топаз-флюоритові руди з мінералами вольфраму і молібдену, домішками літію, рубідію, цезію (в слюдах), як правило пов'язані з лейкогранітовими літій-фтористими інтрузивними комплексами і карбонатними породами. Частка флюориту в рудах складає до 60 %, селену і мусковіту – 10–30, турмаліну – 20–30 %.

Технологічні типи руд и особливості їх переробки

Для збагачення плавикошпатових руд застосовують методи флотації, відсадки та рудорозбірки, а також поділ у важких суспензіях. Раніше використовувалися також методи концентрації на столах та декрипітації.

Метод флотації дає можливість отримувати досить чисті продукти, а саме кислотний та емалевий сорти, забезпечує високе вилучення плавикового шпату з руди і дозволяє вилучати та відокремлювати інші корисні компоненти – сульфідні свинцю, цинку, ртуті та інше. Флотація є єдиною можливим і раціональним методом збагачення для дрібно- й тонкозернистих руд флюориту. Цей метод збагачення вимагає подрібнення руди до величини десятих часток міліметра, незалежно від характеру зернистості мінералів, що обмежує застосування збагаченої руди в металургійній промисловості. Крім цього при збагаченні флюориту методом флотації витрачається значна кількість палива і різноманітних фторагентів, інколи дефіцитних. Проте можливість отримання концентратів високої якості з вмістом 95–96 % CaF_2 компенсує ці витрати на збагачення руди. Треба зазначити, що під час флотаційного збага-

чення кальцит-флюоритових руд необхідно, щоб кальцитовий модуль (відношення CaF_2 до CaCO_3) складав не менше 2,5 [Лаврович, 1956].

Метод відсадки використовують для збагачення плавиковошпатових руд досить давно. Він не вимагає такого тонкого подрібнення руд, як для флотації. Переваги відсадки перед флотацією полягають у тому, що кінцевий продукт отримується у вигляді кускуватого матеріалу, придатного для чорної металургії. Крім того цей метод досить простий, має невисоку вартість обробки, забезпечений значною потужністю відсадочних машин. При використанні цього методу від флюориту добре відокремлюється галеніт, але погано сфалерит і барит. Недоліком методу є неможливість обробки дрібних фракцій руд, в яких плавиковий шпат, як правило, концентрується у вигляді зростків з іншими мінералами. Внаслідок цього при збагаченні відсадкою частина плавикового шпату залишається в нетоварних продуктах і без збагачення іншими, більш досконалішими методами не може бути використана в промисловості. Для збагачення дрібнозернистих руд відсадка взагалі не застосовується; нераціональним є її використання для збагачення руд, в яких міститься значна кількість дрібноти, оскільки остання повністю залишається незбагаченою.

При збагаченні деяких типів руд раціонально використовувати відсадку разом з флотацією як допоміжний попередній процес; це знижує вартість збагачення руди і збільшує вихід з породи флюориту порівняно з використанням лише відсадки.

Збагачення **методом рудорозбірки** застосовують в тих випадках, коли флюорит присутній у вигляді крупних штуфів в багатій руді. Ці штуфи вручну вибирають з видобутої гірської маси і вони є кондиційним товарним продуктом. Використання ручної рудорозбірки дозволяє виділити металургійний сорт плавикового шпату. Однак, вся видобута гірська маса не може бути збагачена лише шляхом рудорозбірки. Як правило, цим методом збагачується лише крупнокусковий матеріал розмірами не менше 20–25 мм.

Застосовують також **радіометричні методи** механізованої рудорозбірки, які поділяються на 2 основних групи: емісійно-радіометричні та абсорбційно-радіометричні [Коплус, Коротаєв, 1997; Техніко-економическое..., 1999]. До першої групи належить люмінесцентний метод. Люмінесценція виникає в результаті перетворення енергії ультрафіолетового, рентгенівського або гамма-випромінювання в світлове. Для виділення флюориту із гірської маси за кольором люмінесценції необхідно підібрати джерело випромінювання з певною енергією квантів, визначити інтенсивність та спектри люмінесценції, створити умови для селективного поділу мінералів. Техніко-економічні показники радіометричної рудорозбірки (сепарації) залежать від контрастності та

гранулометричного складу руди, ступеня відповідності ознаці, за якою здійснюється сепарація, наявності супутніх елементів тощо. Доцільність застосування методу визначається експериментальним шляхом.

Поділ у важких суспензіях відбувається, на відміну від відсадки, не в пульсуючих струменях води, а в середовищі, питома вага якої менше, ніж у флюориту і більше, ніж у мінералів пустої породи. Плави́ковий шпат в такому середовищі тоне, кварц і кальцит залишаються на поверхні. Для збагачення плави́ковошпатових руд, як правило, використовують суспензію з феросиліцію, подрібненого до крупності -100 меш, та води. У важких суспензіях можна обробляти руди з більш крупною кускуватістю, ніж у відсадочних машинах; в них легко розділяються частинки розмірами до 30 мм в діаметрі і більше.

Для збагачення флюоритових руд інколи застосовують **декриптіацію**, тобто властивість флюориту деяких родовищ розтріскуватися при нагріванні до 400–600 °С і розпадатися на шматки. Величина кусків мінералів, що супроводжують флюорит, не змінюється, і після нагрівання в дрібних класах залишається майже один флюорит. Шляхом наступного грохочення можна отримати концентрат з вмістом CaF_2 до 95 %. Цей метод застосовується дуже рідко, оскільки він дає досить значні залишки флюориту в хвостах.

Технологія переробки плави́ковошпатової сировини, що застосовується на промислових збагачувальних фабриках, визначається технологічними типами руд, які відрізняються мінеральним складом та крупністю включень рудних і нерудних мінералів. Виділяють п'ять основних технологічних типів плави́ковошпатових руд: кварц-флюоритовий, карбонатно-флюоритовий, барит-флюоритовий, сульфідно-флюоритовий, силікатно-флюоритовий. Їх характеристика наведена в табл. 3.13.

Кварц-флюоритові руди є основною сировиною для отримання кускового флюориту. Кількість такого продукту, який отримується ручною розбіркою та відсадкою, складає 10–12 % від флюориту, що надходить у промисловість. Крупновкраплені руди збагачуються за комбінованими схемами з використанням гравітаційного збагачення та наступним доведенням промпродуктів гравітації флотаційним збагаченням. Разом з крупновкрапленими рудами до процесу залучають і тонковкраплені частини рудної маси. Вони збагачуються за флотаційними схемами з виділенням супутніх концентратів. При збагаченні кварц-галеніт-флюоритової руди використовують схему прямої селективної флотації, яка включає основну та контрольну флотацію галеніту та флюориту. На відміну від цієї схеми, збагачення кварц-флюоритової руди проводять без флотації сульфідів. Флюоритовий концентрат висушують до вологості 1 % і використовують в першому випадку для

виробництва фтористого натрію і плавикової кислоти, у другому – переважно для виробництва кріоліту.

Карбонатно-флюоритові руди збагачуються досить легко, не зважаючи на деякі складності їх селекції, які пов'язані з близькими флотаційними властивостями флюориту і кальциту. Основним методом збагачення цього типу руд, часто тонковкраплених, є флотація. Велике значення для селекції має карбонатний модуль (відношення вмісту флюориту до вмісту карбонатів) та жорсткість води, яка використовується (наявність в її складі катіонів Ca, Mg, Fe, Al). За карбонатним модулем виділяють малокарбонатні (15–16), середньокарбонатні (9,9–5,0) та багатокарбонатні (менше 5) руди. Малокарбонатні руди збагачуються флотацією з використанням звичайних збірників і дещо збільшеними витратами рідкого скла, а деколи і з додаванням сірчанокислого алюмінію. Збагачення середньокарбонатних флюоритових руд проводять із застосуванням сильної депресії карбонатів рідким склом в поєднанні з сірчанокислим алюмінієм, підкисленим рідким склом та ін. При флотації багатокарбонатних руд отримання високосортних флюоритових концентратів можливе за двома схемами – прямою флотацією руди та з попереднім поділом у важких суспензіях.

Барит-флюоритові руди збагачують за схемами селективної флотації з отриманням флюоритового та баритового концентратів. В залежності від складу руд проводять селективну флотацію флюориту і бариту або спочатку флотується барит, а потім флюорит. Застосовують також колективну флотацію флюориту та бариту з наступною їх селекцією.

Сульфідно-флюоритові руди, як правило, є комплексними. До їх числа відносять руди, що містять мінерали свинцю, цинку, заліза та інші. Схема їх збагачення передбачає, в першу чергу, флотаційне вилучення сульфідів, після чого флотується флюорит.

Силікатно-флюоритові руди збагачуються за комбінованою гравітаційно-магнітно-флотаційною схемою. Різновидом силікатно-флюоритових руд є **слюдисто-флюоритові**, які містять, як правило, велику кількість глини і тому перед глибоким збагаченням промиваються. Глибоке збагачення проводять флотацією з використанням олеанової кислоти, сірчаного натрію і рідкого скла. Концентрат зневоднюється, просушується та направляється переважно для виробництва кріоліту.

Отримані плавиковошпатові концентрати в залежності від вмісту флюориту та домішок поділяються на чисельні види та марки.

Таблиця 3.12

Геолого-промислові типи родовищ флюориту [Коплус, 1988, 1990; Коплус, Пахомов, 1990]

Тип	Формаційно-генетичний тип і підтип родовищ	Вміщуючі породи	Запаси сировини	Супутні компоненти	Приклади родовищ
Малосульфідний флюоритовий стратиформний	Флюоритовий гідротермальний Епітермальний малосульфідний флюоритовий	Теригенно- і вулканогенно-карбонатні	Від середніх до крупних	Барит	Таскайнар (Казахстан), Бахтинське, Покрово-Кириївське (Україна), Бохуд (Афганістан), Кейвін-Рок (США)
Малосульфідний флюоритовий виповнення розривних структур	Те ж саме	Алюмосилікатні, рідше інші	Малі та середні, рідше крупні		Наранське, Уртуйське, Каячинське (РФ), Бороундур, Обосомон (Монголія), Дарем (Англія), Пфальц (Німеччина), Буффало (ПАР)
Сульфідний флюоритовий виповнення розривних структур	Епітермальний сульфідний флюоритовий	Алюмосилікатні	Те ж саме	Pb, Zn, рідше Au, Ag, Cu, Bi	Наугарзан, Такоб (Таджикистан), Бадам (Узбекистан), Гаррахов (Чехія), Силіус (Італія)
Слюдисто-(турмалін)-фенакіт-флюоритовий метасоматичний	Рідкіснометально-флюоритовий грейзеновий, Слюдисто-рідкіснометально-флюоритовий апокарбонатний	Карбонатні і теригенно-карбонатні	Від середніх до дуже крупних	Be, Sn, Zn, Ta, Ni, Li, Pb, Cs, рідше W, Mo	Вознесенське (РФ), Лост-Рівер (США), Агуачіле (Мексика)
Слюдисто-хризоберил-топаз-флюоритовий метасоматичний	Рідкіснометально-флюоритовий грейзеновий Слюдисто-рідкіснометально-флюоритовий апокарбонатний	Карбонатні і теригенно-карбонатні	Від середніх до дуже крупних	Be, рідше W, Sn, Mo, Pb, Zn, Bi	Солнечне (Казахстан), Шабрез (Узбекистан)
Апатит-гематит-флюоритовий метасоматичний	Рідкісноземельно-флюоритовий карбонатитовий	Карбонатити	Крупні, дуже крупні	P, Sr, Ba, TR	Велике Тагнінське (РФ), Мушгай-Худут (Монголія)
Глинисто-флюоритовий плащеподібний	Кора вивітрювання	Карбонатні породи	Малі	Be	Солонечне (РФ), Покрово-Кириївське (Україна), Морван (Франція), Коравія (Іспанія)

Таблиця 3.13

Технологічні типи флюоритових руд [Коплус, Коротаєв, 1997]

Показники	Технологічний тип руд				
	Кварц-флюоритовий	Карбонатно-флюоритовий	Барит-флюоритовий	Сульфідно-флюоритовий	Силікатно-флюоритовий
Масова частка флюориту в руді, %	27–80	30–60	29–42	29–42	30–45
Мінеральний тип та основні асоціації	Кварц-флюоритовий; (кальцит-кварц-флюоритова, адуляр-кварц-флюоритова)	Карбонатно-(кварц)-флюоритовий; (кальцит-кварц-флюоритова, доломіт-кварц-флюоритова)	Барит-(кварц, кальцит)-флюоритовий; (барит-кварц-флюоритова, барит-кальцит-флюоритова)	Сульфідно-барит-кварц-флюоритовий; сульфідно-(кварц, кальцит)-флюоритовий (сфалерит-галеніт-кварц-флюоритова, пірит-марказит-флюоритова)	Мусковіт-(турмалін)-фенакіт-флюоритовий; мусковіт-хризоберил-топаз-флюоритовий (мусковіт-фенакітова, мусковіт-карбонатно-флюоритова, топаз-флюоритова, мусковіт-хризоберил-флюоритова)
Супутні компоненти	Барит	Pb, Zn	Барит	Pb, Zn, рідше барит	Be, Sn, Zn, Ta, Nb, Li, Pb
Вилучення мінералів у концентрат, %	80–85	67–71	77	73	78–82
Глибина залягання рудних тіл, м	500	1000	400	400	1000
Вид гірничих робіт	Підземний	Відкритий	Комбінований	Комбінований	Відкритий
Характерні родовища	Усуглінське, Абагатуйське, Солонечне (РФ)	Егітинське, Амдерма (РФ)	Могов (Таджикистан)	Калангуйське (РФ), Наугарзан, Такоб (Таджикистан)	Вознесенське, Пограничне (РФ)
Характерні гірничі підприємства	Калангуйський ПШК (РФ)	Ярославський ГЗК (РФ)	Ленінабадський ГХК (Таджикистан)	Такобський ПШК (Таджикистан)	Ярославський ГЗК (РФ)

3.4. Приклади основних геолого-промислових типів родовищ плавикового шпату в країнах СНД

Епітермальне плавиковошпатове зруденіння в межах країн СНД відоме в *Забайкальській, Казахстансько-Середньоазіатській, Урало-Новоземельській, Гірськоалтайській* та інших металогенічних провінціях.

Для Забайкалля типовими є жильні кварц-флюоритові (*Наранське, Уртуйське*) і кальцит-кварц-флюоритові (*Гарсонуйське, Егітинське*) родовища.

В Середній Азії скупчення руд зосереджені в *Чаткало-Курамінській* зоні на Памірі, де вони пов'язані з кварц-флюоритовими (*Суппоташ*), кальцит-барит-флюоритовими (*Могов*) і, особливо, з сульфідно-флюоритовими, інколи з кальцитом і баритом, родовищами (*Наугарзан, Такоб, Бадам*). В суміжних районах Казахстану особливе значення мають кальцит-кварц-флюоритові стратиформні поклади *Таскайнарського* рудного вузла. Окремі родовища відомі на Пай-Хої (*Амдерма*), на Гірському Алтаї (*Каянчінське*).

Для малосульфідного флюоритового стратиформного типу родовищ еталонними можуть вважатися промислові флюоритоносні об'єкти ***Таскайнарського рудного вузла*** в Казахстані, який розміщений у внутрішній зоні крайової частини герцинської грабен-синкліналі, накладеної на каледонську складчасту основу. Територія рудного вузла розбита різноорієнтованими розломами на ряд блоків, складених породами двох структурних поверхів. Породи нижнього поверху (пісковики, алевроліти, вапняки) зім'яті в крупні лінійні складки північно-західного простягання і прориваються інтрузіями гранодіоритової формації. В ядрах складок часто залягають карбонатні відклади, з якими просторово пов'язані всі головні прояви флюориту. Вони групуються в межах двох субпаралельних лінійних горстових підняттях фундаменту – Північного та Південного валів. Промислове плавиковошпатове зруденіння приурочене до Південного валу, який не виходить на поверхню і розбивається повздовжнім розломом. Він перекритий відкладами верхнього структурного поверху – верхньодевонськими вулканітами переважно кислого складу, пісковиками, конгломератами тощо. Найтипівшим є родовище *Південний Таскайнар* [Коплус, 1988; Коплус, Зубов, 1990].

Еталонним родовищем малосульфідного флюоритового виповнення розривних структур, яке належить до промислового типу, вважається ***Наранське*** в Забайкаллі. Воно розміщене в ендоконтактовій частині батолітоподібного масиву порід лейкогранітової формації. Більше 20 відомих на родовищі кварц-флюоритових жил виповнення довжиною від 150–300 до 1600 м (з перервами) приурочені до крутопадаючих скидів північно-східного, субмеридіонального, субширотного напрямів, які обумовлюють блокову будову рудного поля. Жильні тіла характери-

зуються складною морфологією, неодноразовими пережимами, роздувами тощо. Загальний вертикальний розмах зруденіння оцінюється в 400–450 м. Середній вміст флюориту 41,9–45 % [Иванова, 1974; Коплус, 1988; Коплус, Пахомов, 1990].

Родовищем, яке представляє промисловий сульфідний флюоритовий тип виповнення розривних структур, є **Наугарзан**, що знаходиться на південному схилі Курамінського хребта в Середній Азії. Воно приурочене до крупного *Акташського* розлому, який перетинає поле гранодіоритів і кварцових діоритів карбону. Понад 90 % флюориту зосереджено в крутопадаючому *Основному* рудному тілі північно-східного простягання. Промислова мінералізація поширена більше ніж на 1200 м за простяганням при середній потужності 12,2 м, яка зростає до 42 м в приповерхневій центральній частині тіла. Центральна частина *Основного* рудного тіла складена кварцом (60 %), флюоритом (34) з домішками галеніту (2), сфалериту (0,5), кальциту (3), бариту (до 1 %).

Серед рідкіснометально-флюоритових грейзенових родовищ виділяють слюдисто-(турмалін)-фенакіт-флюоритовий метасоматичний та слюдисто-хризоберил-топаз-флюоритовий метасоматичний промислові типи. Ці родовища зустрічаються досить рідко, але деякі з них є носіями унікальних запасів плавикового шпату. Такі родовища поширені в Примор'ї, а також зустрічаються в Середній Азії.

Родовища Далекосхідного регіону

Примор'є – провідна флюоритоносна провінція Росії, фтор для Примор'я – наскрізний елемент, що проходить через всю геологічну історію; окрім власних родовищ (4) і проявів (близько 200), флюорит знаходиться в оловорудних, поліметалічних, уранових і вольфрамових родовищах і проявах. Вони розподілені нерівномірно і розміщуються в різних терейнах. Найбільш насичені флюоритовою мінералізацією *Вознесенській*, *Журавльовській* терейни і *Східно-Сихоте-Алінській* вулканічний пояс. Відповідно на території Примор'я виділено дві великі флюоритоносні зони – *Південно-Ханкайська* і *Прибережна*, в межах кожної з яких виділяються рудні райони [Геодинамика..., 2006, Рязанцева, Шкурко, 1992].

Південно-Ханкайська флюоритоносна зона охоплює південну частину *Ханкайського* масиву (*Вознесенській* терейн), що має в своїй основі складчасті споруди докембрію і кембрію, де провідну рудоконтролюючу роль для високотемпературної рідкіснометально-флюоритової формації відіграють карбонатні породи. Найбільші промислові родовища флюориту розміщені у *Вознесенському* рудному районі. Безліч дрібних, але мало вивчених проявів флюориту відомі в *Синьогірському* рудному районі.

Вознесенській рудний район (ВРР) розташований в південно-західному Примор'ї. Перші знахідки флюоритової мінералізації були зроблені в 1924 р. І.О.Преображенським, а в 1948 р. було відкрите унікальне *Вознесенське* родовище плавикового шпату. Вслід за Вознесенським були знайдені *Пограничне* і *Табірне* родовища, ряд перспективних на флюорит ділянок (*Нагірна*, *Контактна* та ін.). Вони утворюють єдине рудне поле *Вознесенського* рудного району, приуроченого до однойменної синклінальної структури північно-західного простягання. Родовища району комплексні, з флюоритом асоціюють Be, Rb, Li, Cs; з цинком – Mo, In, Au, Ag; з оловом – W, іноді Be і U.

Структурна позиція району визначається положенням в крайовій частині серединного масиву, складеного осадовими метаморфізованими породами протерозою – нижнього кембрію (чергування теригенних і карбонатних товщ, зім'ятих в ізоклінальні складки північно-західного простягання), прорваних пізньокембрійськими вознесенськими гранітами, з якими пов'язані родовища олова і флюориту (*Вознесенське*, *Пограничне*, *Ярославське*, *Чапаєвське*). Родовища приурочені до перетинів виступів гранітної інтрузії з поперечними північно-східними порушеннями, до ділянок екранування надапікальних зон пологими тектонічними порушеннями, контактів вапняків зі сланцями, дайок середнього і основного складу.

ВРР характеризується розвитком флюоритової мінералізації рідкіснометально-флюоритової формації. Провідним рудно-мінералогічним типом є слюдисто-флюоритовий; відомі топаз-флюоритовий і каситерит-турмалін-флюоритовий. В генетичному відношенні всі родовища і прояви флюориту – грейзени або інші високотемпературні гідротермальні утворення.

Вознесенське і *Пограничне* родовища є мінерально-сировинною базою найбільшого в Росії виробника флотаційних флюоритових концентратів – ВАТ "Ярославський ГОК". За видобутком плавикового шпату він займає перше місце в Росії (84 % по Росії, 71 % по СНД). Затвердженими запасами флюориту по двох родовищах (51,3 млн т руди) при досягнутій продуктивності комбінат забезпечений на 15–18 років.

Вознесенське родовище локалізується в бітумінозних вапняках волкушинської світи нижнього кембрію в південно-західному крилі *Вознесенської* синклінали, ускладненому антиклінальною складкою другого порядку, з простяганням 325–335° [Андросов, 1992; Андросов, Рязанцева, 1992; Рязанцева, Шкурко, 1992; Шкурко, 1974]. Падіння порід укр.рай невитримане і змінюється на різних ділянках від 30 до 80°. Родовище зі сходу обмежено згідним контактом вапняків із сланцями коваленківської світи, що їх перекриває. Західна границя проходить по *Вознесенському* насуву північно-західного простягання з падінням на південний захід під кутами 35–65°. На північному фланзі родовища у

вигляді вузького дайкоподібного тіла на поверхню виходять лейкократові порфіровидні рідкіснометальні граніти, що проривають осадові породи. В центральній частині родовища граніти залягають на глибині 500 м, поступово підіймаючись до південного флангу до глибини 100 м. Рудні тіла на глибоких горизонтах пронизані численними апофізами інтрузії, перетвореними на флюоритизовані кварц-слюдисті, кварц-топазові грейзени. Апікальні частини масиву також інтенсивно грейзенізовані, а внутрішні – альбітизовані. На родовищі поширені дайки середнього й основного складу, які утворюють складну розгалужену сіть.

Рудна зона витягнута в субмеридіональному напрямі на 1,5 км, згідно з вмісними вапняками. У цілому вона являє поєднання вертикальних стовбуроподібних і пологих пластовидних покладів. Особливістю її структурної позиції є розміщення в надінтрузивній зоні гранітного масиву, розширення догори, що пов'язано з екрануванням рудного тіла пологою тектонічною зоною і утворенням під нею сплосчених рудних тіл, що обрамляють поклади, які падають круто (рис. 3.12).

Поперечними дорудними порушеннями північно-східного і субширотного простягання рудне поле розділено на три блоки, з яких центральний, самий рудоносний, вміщує потужне *Головне* рудне тіло, що є вертикальним рудним стовпом еліпсоїдної в плані форми, в розрізі – трубкоподібної, що розширюється догори. Воно утворилося у вапняках в тектонічно ослабленій зоні над гранітною інтрузією. В північному блоці розташовані *Східний* і *Західний* поклади пластовидної форми в екзоконтакті гранітного масиву. Південний блок вміщує *Південну* апофізу – вертикальний поклад з грубо паралельними контактами.

Всі рудні тіла є метасоматичними утвореннями, не мають чітких границь, які проведені умовно за вмістом $\text{CaF}_2 > 20\%$. У бік вмісних вапняків руди змінюються флюоритизованими вапняками (10–20 % CaF_2). Внутрішня будова рудних тіл складна: власне флюоритові руди перемежаються з флюоритизованими вапняками і перетинаються численними дайками середнього – основного складу і гранітними апофізами.

За текстурними особливостями серед флюоритових руд виділяються масивні (найбільш розповсюджені), очкові, брекчієві, тонкосмугасті і сітчасті. Це дрібно- і середньозернисті, темно- і світло забарвлені руди. За складом і структурно-текстурними особливостями виділено декілька типів руд. Найбільш поширені апокарбонатні руди. На північному фланзі і на глибоких горизонтах поблизу гранітного масиву розвинуті апоскарнові руди. В центральній частині *Головного* рудного тіла присутні апобрекчієві руди.

У складі руд виділяються три основні мінеральні асоціації: флюорит-альбітова з прожилковими і гніздовими уособленнями флюориту; мусковіт-альбіт-флюоритова і мусковіт-флюоритова, поширені у складі апобрекчієвих і апокарбонатних руд. У багатьох випадках місце муско-

віту займають ефесит, лепідоліт. Крім того в рудах присутні турмалін, топаз, селайт, кальцит, фенакіт, хризоберил, сульфіди.

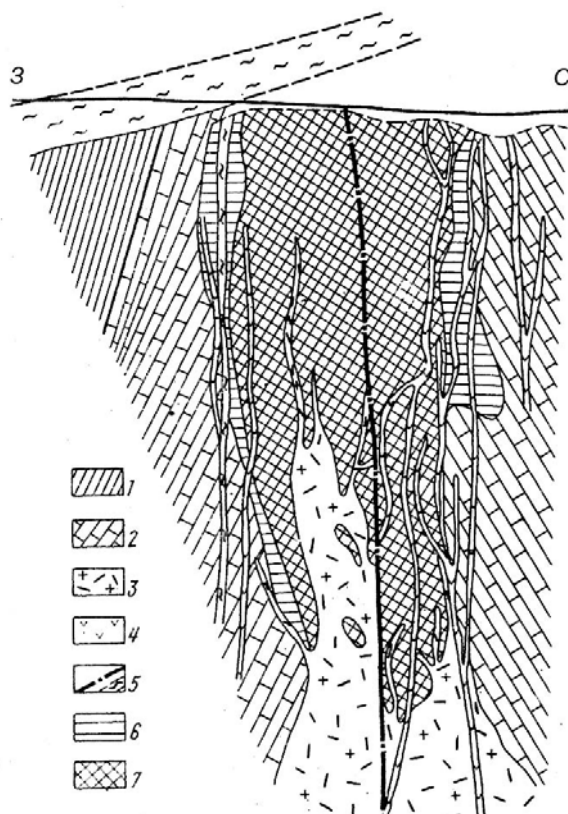


Рис. 3.12. Геологічний розріз Головного рудного тіла Вознесенського родовища [Рязанцева, Шкурко, 1992]

1 – сланці; 2 – вапняки; 3 – грейзенізовані граніти; 4 – дайки середнього і основного складу; 5 – тектонічні порушення; 6 – флюоритизовані вапняки; 7 – флюоритові руди

Пограничне родовище розташовано в 1 км на північний схід від *Вознесенського*, приурочено до східного більш пологого ($45\text{--}50^\circ$) крила *Вознесенської* синкліналі і локалізується в тих же вапняках нижнього кембрію, згідно перекритих сланцями. Структурне положення родовища визначається перетином крила синкліналі серією скидо-зсувів північно-східного простягання (рис. 3.13). Осадкові породи прорвані рідкіснометальними аляскитовими гранітами. Інрузія майже не еродована, утворює на поверхні вузький вихід північно-західного простягання протяжністю 800 м, шириною 30–50 м в південній і 150–300 м в північ-

ній частинах родовища. В поперечному розрізі він являє крутий, перекинутий на північний схід гребеневидний апікальний виступ; західний контакт інтрузії з глибиною виположується до 30–40°. Східний контакт з глибини 100 м стає майже вертикальним. На глибині інтрузія набуває в плані ізометрично-овальну форму. У північно-західному напрямку вона плавно занурюється до глибин 750–800 м. Граніти до глибини 100–150 м перетворені на грейзени, нижче вони змінюються грейзенізованими альбітизованими різновидами, які з глибини 200–250 м змінюються альбітизованими гранітами, а на глибинах 400–450 м – гранітами. Грейзени представлені кварц-слюдистими, кварц-топазовими, топаз-флюоритовими різновидами. Поширені дайки діабазів і діоритів. Виділяється три смуги зближеного розташування дайок, що фіксують три ослаблені зони, які мають переважно північно-західне простягання.

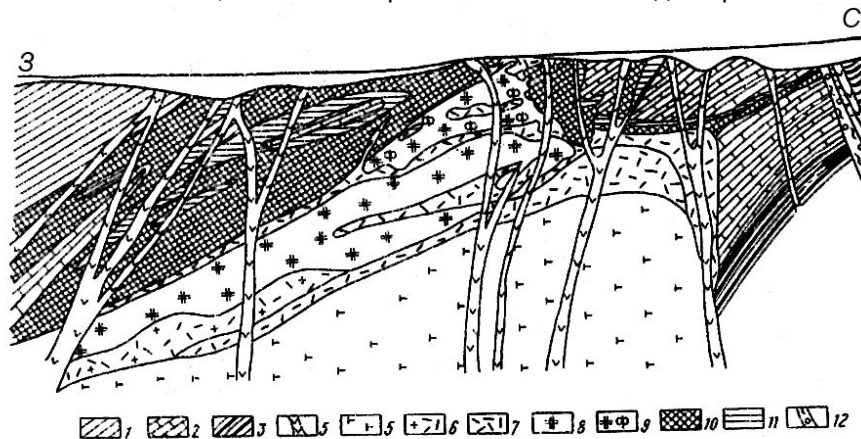


Рис. 3.13. Геологічний розріз Пограничного родовища [Рязанцева, Шкурко, 1992]

1 – кварц-серицитові сланці коваленковської світи; 2 – вапняки волокушинської світи; 3 – графітісті сланці новорославської світи; 4 – дайки середнього і основного складу; 5 – альбітизовані граніти; 6 – грейзенізовані граніти; 7 – 9 – грейзени кварц-слюдисті (7), кварц-топазові (8), флюорит-топазові (9); 10 – флюоритові руди; 11 – флюоритизовані вапняки; 12 – тектонічні порушення

На *Пограничному* родовищі розвинені два типи рідкіснометально-флюоритового зруденіння: слюдисто-флюоритовий і топаз-флюоритовий. Слюдисто-флюоритові руди виникли шляхом метасоматичного заміщення вапняків і являють собою апокарбонатні грейзени, топаз-флюоритові грейзени утворювалися в апікальній частині гранітного масиву.

Розміщення слюдисто-флюоритового зруденіння контролюється, крім порушень, двома крупними структурними елементами – контактом гранітного масиву з вапняками і відносно пологим контактом вапняків з

перекриваючими їх сланцями. Більш дрібні рудні тіла контролюються ослабленими зонами типу міжпластових зривів. Слюдисто-флюоритові руди утворюють неправильні поклади, що обрамляють гранітний масив і виклинюються за простяганням і падінням. Далі від контакту з інтрузією поклади набувають пластоподібної форми, в більшості випадків вони згідні з шаруватістю вмісних вапняків. Їхня внутрішня будова складна і характеризується перешаруванням власне флюоритових руд, флюоритизованих вапняків і вапняків.

Виділяється два основні поклади: *Східний* і *Західний*. Вони являють собою неправильні, складні за формою метасоматичні утворення, що виклинюються за простяганням і падінням. З віддаленням від контакту з інтрузією поклади набувають пластоподібної форми, найчастіше згідної з шаруватістю вмісних вапняків.

Форма *Східного* покладу визначається морфологією контактної поверхні гранітного масиву, оскільки поклад цілком лежить на гранітах і обмежений глибиною 100 м; з цієї глибини пологий контакт гранітного масиву різко змінюється на вертикальний, де рудні тіла відсутні. Інколи від головного тіла відходять відгалуження флюоритової руди по шаруватості вапняків.

Західний поклад є складним метасоматичним утворенням, що складається з ряду смуг флюоритової руди, що перемежається з вапняками або флюоритизованими вапняками, витягнутих, головним чином, згідно з шаруватістю вапняків. В розрізі він розділяється на два тіла – *Приконтактове* і *Підсланцеве*.

Приконтактове тіло локалізовано безпосередньо на контакті вапняків з гранітним масивом і повторює контури контакту. У поверхні тіло має роздуви, з глибиною потужність його значно зменшується, і в окремих місцях тіло має пережими. На північному фланзі родовища *Приконтактове* тіло занурюється в північно-західному напрямі до глибини 1000 м у бік ділянки *Нагірного* прояву, простежуючись на значну відстань. На півдні тіло на глибині 120–150 м зливається з *Підсланцевим* тілом, утворюючи єдиний поклад, який поступово виклинюється по простяганням.

Підсланцеве тіло приурочено до контакту вапняків із сланцями, локалізується у вапняках. Сланці поблизу контакту флюоритизовані. Тіло є складним чергуванням тонких прошарків флюоритової руди з флюоритизованими вапняками.

Загальну форму рудної зони *Пограничного* родовища можна охарактеризувати як складний рудний поклад, затиснутий у вапняках між інтрузією і сланцями, що звужується на глибині і розширюється у верхній частині.

Для слюдисто-флюоритових руд характерні масивні, смугасті, дрібноочкові, фестончасто-смугасті, псевдобрекчієві текстури і переважно субграфічні структури. Мінеральний склад руд різноманітний. Найбільш поширені флюорит, мусковіт, ефесит, турмалін, кальцит, сульфіді; присутні хризоберил, евклаз, фенакіт. Флюорит забарвлений в темно-фіолетовий

колір, іноді майже чорний. Останнє пов'язане з численними пилоподібними включеннями тонкорозсіяного графіту. Флюорит знаходиться в тісному взаємному проростанні зі слюдою, рідше – з турмаліном.

Вміст CaF_2 змінюється від 34 до 40–42 % в різних типах руд. В рудах родовища містяться супутні компоненти – берилій, рідкісні луги (Li, Rb, Cs). В лежачих нижче альбітизованих і грейзенізованих гранітах локалізований поклад тантал-ніобієвих руд, що підвищує рентабельність флюоритового родовища.

Руди топаз-флюоритового типу просторово і генетично пов'язані зі слюдисто-флюоритовими рудами. Топаз-флюоритові руди є грейзенами. Розвиток грейзенізації пов'язаний з інтенсивним фтористим метасоматозом, що охопив як граніти, так і вмісні вапняки і скарни. Ці руди утворюють компактний поклад неправильної форми в гребеневидному виступі гранітної інтрузії. Він витягнутий в північно-західному напрямку, на поверхню не виходить; зверху, а також із заходу і сходу облямований кварц-слюдистими грейзенами, що розвинені в ендоконтакті інтрузії. В північному і південному напрямках топаз-флюоритові грейзени поступово змінюються бідними на флюорит кварц-топазовими грейзенами, вони ж підстеляють поклад. Нижня і верхня границі рудної зони майже горизонтальні і співпадають з межами первинної блокової кварц-мікроклінової зони в інтрузії, що сформувалася в процесі мікроклінізації гранітів. Топаз-флюоритові руди мають білий з фіолетовим відтінком колір, тонкозернисту структуру, масивну, смугасту, фестончасту або блокову текстуру. Головними мінералами руд є флюорит, топаз, кварц, часто присутні діаспор, пірофіліт. Слюда міститься в незначній кількості; іноді зустрічаються каситерит, вольфраміт, колумбіт. Флюорит утворює включення неправильної форми, вкрапленість, прожилки. Колір його фіолетовий різних відтінків, іноді зустрічаються білі напівпрозорі і світло-коричневі різновиди. Він тісно асоціює з топазом – тонкі голочки топазу включені в зернах флюориту; в той же час флюорит обрамляє у вигляді кокардових облямівок агрегати волокнистого і голчастого топазу. Вміст флюориту в рудному покладі зменшується від центру до периферії.

Табірне родовище розташовано на південь від *Вознесенського і Пограничного*; витягнуто в північно-західному напрямку на 1,5 км. Рудні тіла залягають в обох крилах Вознесенської синкліналі уздовж контакту вапняків із сланцями (рис. 3.14). Це пластові поклади, які занурюються назустріч один одному в осьовій частині синкліналі. На півночі вони обмежені поперечними порушеннями, на півдні виклинюються. Потужність за падінням збільшується. Зруденіння має прожилково-метасоматичний характер. Окрім слюдисто-флюоритових прожилків спостерігаються січні пегматоїдні кварц-плагіоклазові жили, топазові прожилки з вольфрамітом, каситеритом, кварцові з берилом, турмалин-кварцові з вольфрамітом і каситеритом, кварц-флюорит-турмалінові, кварцові з сульфідами,

кальцит-флюоритові і кальцитові. Родовище пересікається серією дорудних поперечних порушень типу підкидо-зсувів, що розділяють рудоносну площу на ряд блоків. На глибині 300–400 м залягає гранітна інтрузія, контактна поверхня якої являє гребінь з “частоколом” крутопадаючих апофіз. Аляскітові граніти грейзенізовані, подібні гранітам *Пограничного* і *Вознесенського* родовищ.

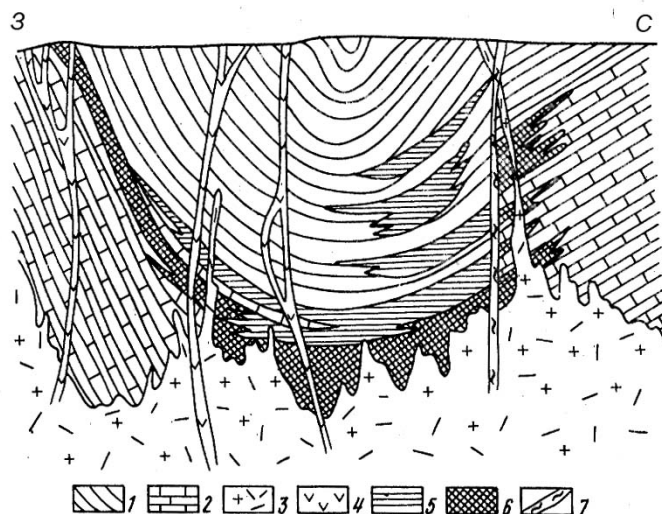


Рис. 3.14. Геологічний розріз Табірського родовища [Рязанцева, Шкурко, 1992]
 1 – сланці; 2 – вапняки; 3 – грейзенізовані грануліти; 4 – дайки середнього і основного складу; 5 – флюоритизовані вапняки; 6 – флюоритові руди; 7 – тектонічні порушення

Крім описаних родовищ в межах *Вознесенського* рудного району відомо цілий ряд проявів флюоритової мінералізації, які у майбутньому можуть становити промисловий інтерес:

- **Овражний** – між *Пограничним* і *Лагерним* родовищами, флюоритова мінералізація зосереджена поблизу потужної зони розривного порушення і виходу граніт-порфірів;
- **Нагірний** – в 2 км північніше *Вознесенського* родовища, рідкіснометално-флюоритова мінералізація приурочена до зони брекчіювання на контакті вапняків і сланців;
- **Контактний** – зруденіння приурочене до контакту інтрузії;
- **Абрамовський** – де слюдисто-флюоритове зруденіння прослідковано вздовж інтрузивного контакту на 1100 м;
- **Березянський** – з малопотужними флюоритовими тілами в екзоконтактах інтрузії гранітів і вздовж її апофіз;
- **Новоселищенський** – з флюоритовою мінералізацією серед мармурів в кривлі гранітів.

Синьогірській потенційно флюоритоносний район розташований на південно-східній окраїні *Ханкайського* масиву. Це широкий рифтогенний прогин, виконаний девонськими, кам'яновугільними і пермськими вулканітами переважно кислого складу, які супроводжуються численними екструзіями і куйбишевськими рідкіснометалевими гранітами (С₁₋₂). Особливістю, що має важливе рудоконтролююче значення для флюориту, є наявність у фундаменті *Синьогірської* вулканогенної западини карбонатних порід нижнього кембрію, що могло зіграти важливу роль в процесі формування флюоритової мінералізації. Більшість відомих проявів флюориту приурочена до карбонатних порід фундаменту. Флюоритові прояви *Синьогірського* району належать до флюоритової формації, кварц-флюоритового типу; частина проявів – це уранові з супутнім флюоритом. Останні локалізуються в осадових породах у вигляді складних покладів і жильних зон. Кварц-флюоритові прояви зосереджені в кислих вулканітах (С₁₋₂) або в осадових породах девону, утворюючи невеликі жили, жильні або вкраплені зони (прояви *Паді Шутєєва, Кар'єрний, Ключа Тайловського, Детальний, Тремор* та ін.). Все це дозволяє вважати *Синьогірській* рудний район потенційно флюоритоносним.

Прибережна флюоритоносна зона приурочена до *Східно-Сихоте-Алінського* вулканічного пояса. Флюоритова мінералізація представлена численними проявами флюоритової формації, серед якої виділяються кварц-флюоритовий і адуляр-кварц-флюоритовий мінеральні типи. Характерними ознаками для флюоритової формації є: просторова приуроченість проявів флюориту до вулканітів кислого складу і потужних зон тектонічних порушень; низькотемпературні мінеральні асоціації з відносно простим складом; форма рудних тіл – жили, мінералізовані зони дроблення. Прояви флюориту в *Прибережній* зоні достатньо поширені, але жодне з них не оцінене (прояви кварц-флюоритового типу *Мурашівський, Березівський, Кварцовий, Кисинський, Ведмежий, Аввакумовський*; адуляр-флюоритового типу – *Соболєвський, Середньокузнецовський, Ключа Сухого, Якутинське, Васильківське* та ін.). Тут можна чекати невеликі за розмірами флюоритові родовища флюоритової формації з так званим кусковим флюоритом, який найбільш цінується металургійною промисловістю.

Кузнецовській флюоритоносний район розташований на півночі *Прибережної* зони. В його будові беруть участь вулканіти пізньої крейди, палеогену, неогену та інтрузії пізньої крейди. Через площу проходить *Бікинська* наскрізна зона розломів субширотного простягання і серія регіональних північно-східних розломів. В межах району відомі декілька проявів флюориту флюоритової формації – *Салют, Середньо-Кузнецовське, Кл. Сухого* та ін. Рудні тіла представлені серіями жил, прожилкових зон або мінералізованих зон дроблення. Жильні зони локалізуються перева-

жно у вулканітах, рідше в гранітах. Склад рудних тіл – кварц, флюорит, адуляр, сульфіді, мусковіт. Вмісні породи окварцьовані, пропілітізовані, у багатьох випадках розвиваються адуляр, халцедон.

Родовище Салют є типовим представником флюоритової формації, до того ж єдиним об'єктом, більш-менш вивченим. Його площа складена верхньокрейдовими і палеогеновими вулканітами переважно кислого складу, прорваними численними екструзіями і штоками. Рудні тіла розташовані серед великих ореолів гідротермально змінених порід, приурочені до крутих тріщин північно-західного напрямку і представлені серіями жил і прожилкових зон, які групуються в потужні (до 300 м) протяжні (до 2 км) рудоносні структури. Вертикальний розмах зруденіння – 600 м. Склад жил – кварц-флюоритовий, адуляр-кварц-флюоритовий з дуже незначною вкрапленістю сульфідів (у тому числі срібла). Вміст CaF_2 в рудних зонах змінюється від 1 до 50 %, середній вміст – 11–20 %. З глибиною кількість флюориту зменшується. Не ясна технологія його вилучення, хоча руди за своїм типом є такими, що легко збагачуються.

Що стосується *Прибережної* флюоритоносною зони, то тут повсюдно флюоритова мінералізація супроводжується рядом цінних металів, що може обумовити рентабельність їх видобутку. Деякі невеликі прояви флюориту можуть бути відпрацьовані малими підприємствами при попередньому, не дуже дорогому їх вивченні. Крім того, флюорит з таких малих родовищ може бути використаний як підшихтовка складних за збагаченням руд *Вознесенського* рудного району для отримання концентратів більш високих марок – ФФ-95, ФФ-97. Сьогодні Ярославський комбінат, не дивлячись на те, що його технологічне обладнання відповідає світовим стандартам, одержує на збагачувальній фабриці концентрати лише марки ФФ-92, оскільки руди родовищ *Вознесенського* рудного району дуже складні для збагачення через свій склад – вони карбонатні і вимагають дорогих реагентів для якісного збагачення. Ні на одній фабриці в світі такі руди не переробляються.

Ярославський гірничо-збагачувальний комбінат (ГЗК) є основним виробником плавиковошпатового концентрату в Росії. Промисловий потенціал підприємства дозволяє повністю забезпечувати цією продукцією вітчизняних споживачів, а також здійснювати експортні поставки. Сировинною базою комбінату є унікальні комплексні родовища *Вознесенського* рудного району, що містять не тільки величезні запаси флюоритових руд, але й цілий ряд стратегічно важливих корисних копалин: тантал, ніобій, берилій, літій, рубідій, цезій та інші. На підприємстві створений потужний гірничо-збагачувальний комплекс, заснований на сучасних технологіях і науково-технічній базі, що постійно розвивається.

Ярославський ГЗК розташований в селищі Ярославському на півдні Далекого Сходу Росії в 50 км від м. Уссурійськ і в 150 км від м. Владивосток – адміністративного центру Примор'я. Сітка автомобільних і за-

лізничних доріг пов'язує ГЗК з основними сухопутними і морськими транспортними терміналами Приморського і Хабаровського країв.

Підприємство створено в 1950 р. як Ярославський олов'яний комбінат, а в 1964 р. була отримана перша тонна плавиковошпатового концентрату, який є основною продукцією комбінату. В 1989 р. Ярославський ГЗК досяг максимальної потужності і випустив 350 тис. т концентрату.

Завдяки удосконаленню технологій, постійній модернізації гірничодобувної техніки і введенню в експлуатацію нових ділянок і черг збагачувальної фабрики об'єм переробки руди досяг 1,5 млн т в рік. ГЗК є основним виробником плавиковошпатового концентрату в Росії. За найважливішими параметрами (тонина помолу, вміст вологи і шкідливих домішок) продукція комбінату відповідає міжнародним стандартам.

Сировинна база ГЗК дозволяє повністю задовольнити потреби російської промисловості в плавиковому шпаті більш ніж на 50 років. Крім плавиковошпатових руд комбінат володіє запасами тантал-ніобієвих і цинкових руд, рідкісноземельних металів (літій, берилій, цезій, рубідій), вапняків, будівельного (габроїди) і декоративного блокового каменя (гранодіорити). Родовища розробляються відкритим способом. Первинне дроблення гірської маси після видалення порожніх порід проводиться вибухом, потім руда транспортується до корпусу крупного дроблення і до рудоусреднювального складу. Тут переробляється до 5 тис. т руди на добу, дроблення проводиться до величини 300 мм. Далі руда доставляється для переробки на збагачувальну фабрику.

Первинна переробка здійснюється в корпусі промивки і в корпусі середнього і дрібного дроблення. Подрібнення руди проводиться в кульових млинах на трьох секціях. Використовуються двоспіральні класифікатори і гідроциклони. На збагачувальній фабриці комбінату, однієї з найбільших в Росії, встановлено унікальне обладнання – пластинчасті згущувачі, виготовлені за ліцензією фірми SALA-LAMELLA (Фінляндія). Тонка вкрапленість і взаємні проростання мінералів, що складають рудну масу *Вознесенського* і *Пограничного* родовищ, вимагають досягнення надтонкого помолу руди. Кінцевим продуктом цього процесу є пульпа з максимальним розміром зерен до 40 мкм при більш ніж 70 % вмісті в масі зерен розміром менше 20 мкм. Подрібнена пульпа поступає на збагачення до флотаційного відділення комбінату. Для ефективного розділення флюориту і порожньої породи застосовується великий набір реагентів, розчини яких готуються в реагентному відділенні.

Процес збагачення здійснюється на механічних флотомашинах. Кінцевим продуктом флотаційного переділу є пульпа з вмістом флюориту до 90–92 % (ФФ-90 і ФФ-92). Зараз у стадії промислових випробувань перебувають пневматичні флотомашини колонного і чанового типу, застосування яких в найближчому майбутньому забезпечить значну економію електроенергії і подальше зниження собівартості продукції.

Обезводнення флотаційного флюоритового концентрату здійснюється у фільтрувально-сушильному відділенні в три етапи: згущення, фільтрація, термічна сушка. Перший етап здійснюється за допомогою радіальних згущувачів з досягненням 40 %-го вмісту твердої речовини в пульпі. Потім пульпа поступає на дискові вакуум-фільтри, а остаточне обезводнення відбувається в сушильних барабанах. В результаті виходить повітряно-сухий концентрат з вмістом вологи менше 1 %.

Далі концентрат за допомогою повітряно-компресорної станції подається на склад готової продукції в дві силосні башти місткістю по 9 тис. т. Готова продукція відвантажується в залізничних вагонах в хоперах і м'яких контейнерах. Перед відправкою визначається вміст флюориту, вуглекислого кальцію, діоксиду кремнію і таке інше (табл. 3.14).

На збагачувальній фабриці діє система стовідсоткового водооберту, що не вимагає забору води для технологічних потреб із зовнішніх джерел. Це зберігає екологічну чистоту навколишнього середовища. Санітарно-гігієнічна лабораторія Ярославського ГЗК оснащена ефективним обладнанням, що дозволяє контролювати вміст шкідливих речовин в повітрі, концентрацію забруднювачів в промислових викидах, стежити за станом мікроклімату на робочих місцях, проводити хімічний і бактеріологічний аналіз стоків і питної води.

В дослідницькій лабораторії збагачувальної фабрики здійснюється випробування нових реагентів з метою подальшого впровадження їх до технології збагачення, вивчається збагачувальність руди, проводяться дослідження по удосконаленню технологічного процесу. Лабораторія оснащена міні-збагачувальним обладнанням.

Протягом багатьох років Ярославський ГЗК тісно співпрацює з провідними профільними науково-дослідними інститутами країни, розробки яких впроваджуються у виробництво. Зараз планується будівництво лінії брикетування концентрату, що у майбутньому дозволить розширити коло споживачів за рахунок підприємств чорної металургії.

Таблиця 3.14

Склад плавиковошпатового концентрату

Склад	Марка концентрату	
	ФФ-90	ФФ-92
Флюорит (CaF ₂)	90 %	92 %
Діоксид кремнію (SiO ₂)	до 3,5 %	до 2,5 %
Карбонат кальцію (CaCO ₂)	4,5 %	2,5 %
Сірка (S)	0,2 %	0,2 %
Свинець (Pb)	0,08 %	0,08 %
Фосфор (P)	до 0,06 %	до 0,06 %
Інші	1,56 %	2,56 %
Вологість	0,1 %	0,1 %
Помел	44 мкм	44 мкм

3.5. Геолого-економічна оцінка вітчизняних родовищ та проявів плавикового шпату

Балансові запаси плавикового шпату в Україні складають 3,9 млн т CaF_2 , але власний видобуток флюориту поки що не ведеться. Використання плавикового шпату в Україні не перевищує 60 тис. т на рік, з них 25–30 тис. т використовує металургійна промисловість, потреби України у флюориті задовольняються за рахунок імпорту із Таджикистану, Росії, країн Південно-Східної Азії.

Найважливішими геологічними структурами України є *Український щит, Волино-Подільська плита, Дніпровсько-Донецька западина (ДДЗ), Донецька, Карпатська і Кримська складчасті області*.

Український щит є бриловим підняттям докембрійського фундаменту, має блокову будову і поділяється на шість мегаблоків, особливості геологічної будови і розвитку яких визначають їх металогенічне навантаження. УЩ складений ранньодокембрійськими комплексами глибокометаморфізованих порід, прорваних різновіковими інтрузивними комплексами.

Волино-Подільська плита є зануреним продовженням УЩ, де ранньодокембрійський фундамент перекритий комплексом рифейських, вендських і фанерозойських відкладів переважно платформного типу різної потужності.

ДДЗ входить до складу *Прип'ятсько-Дніпровсько-Донецького авлакогену*, закладеному ще в рифеї, характеризується широким розвитком теригенних, органогенних, вулканогенних і галогенних комплексів пізнього палеозою і мезокайнозою.

Донецька складчаста область є сегментом цього авлакогену – „субгеосинклінальною” інверсійно-складчастою структурою, характерною особливістю якої є широкий розвиток вугленосних формацій карбону.

Карпатська і Кримська складчасті області представляють сегменти *Середземноморського альпійського складчастого поясу*, де широко розвинені мезокайнозойські геосинклінальні теригенні (переважно флішеві) і органогенні (особливо в *Кримській області*) формації.

Геологічний опис цих та інших структур України наведений в численних публікаціях [Бочай та ін., 1998; Гурський, 2008; Комплексна ..., 2002; Металічні і неметалічні..., 2006 та багатьох інших].

В Україні виділяється 5 районів з плавиковошпатовою мінералізацією (рис. 3.15) [Гурький та ін., 1995, 1999; Жовинський, 1979, 1981; Зарицький та ін., 1994; Кулиш и др., 1991, 1993, 2005]:

- *Суццано-Пержанська зона Волинського блоку УЩ* (прояви *Центральний, Яструбецький, Західно-Яструбецький*);

- Середньо-Придністровський район Волино-Подільської плити (Бахтинське родовище, прояви Новоселівський, Перекоринецький, Вищеолчедаєвський, Посухівський, Сказинецький, Воєводчинський та ін.);
- Кіровоградський район Інаулецького блоку УЩ (прояв Бобринецький та ін.);
- Приазовський блок УЩ (прояви Петрово-Гнутівський, Кальміуська тектонічна зона та ін.);
- зона зчленування складчастого Донбасу і Приазовського блоку УЩ (родовище Покрово-Кириївське, прояви Войківський і Балка Водяна).

З цих об'єктів найбільший інтерес становлять Бахтинське і Покрово-Кириївське родовища, сумарні балансові запаси яких оцінюються у 20 млн т руди (3,9 млн т CaF_2), у тому числі (тис. т) за категорією C_1 – 6085 руди (CaF_2 – 1821); C_2 – руди 14010 (CaF_2 – 2088). Позабалансові запаси становлять 161 тис. т руди, у тому числі 35 тис. т CaF_2 [Кадастр..., 1971; Минеральные ресурсы..., 2003, 2005].



Рис. 3.15. Схема розташування родовищ та проявів флюориту та ставроліту [Гурський, 2008; Металічні і неметалічні..., 2006]
1 – флюорит, 2 – ставроліт

Геолого-економічна характеристика родовищ та проявів плавикового шпату Бахтинського рудного поля

В Середньо-Придністровському районі Волино-Подільської плити розташовані *Бахтинське* родовище, прояви *Новоселівський*, *Перекодинський*, *Вищеолчедаївський*, *Посухівський*, *Сказинецький*, *Воводчинський* та ін.

Більша частина проявів флюориту приурочена до *Подільської* тектонічної зони. Вони представлені флюоритовим цементом, тонкою спорадичною вкрапленістю і тонкими прожилками серед кристалічних порід раннього докембрію і осадових порід рифею. Флюоритовий цемент розвивається в ольчедаївських (*Бахтин*, *Перекодинці*, *Вищеолчедаїв*, *Новосілка* та ін.) і ямпільських (*Сказинці*, *Жеребилівка*, *Липчани*, *Могилів-Подільський* та ін.) пісковиках. Забарвлення флюориту в основному фіолетове, рідко молочно-біле з блакитнуватим і зеленуватим відтінком. Прояви флюориту прожилкового типу в осадових товщах супроводжуються кальцитовою мінералізацією, інколи виділенням сульфідів свинцю, цинку і міді та продуктами їх окиснення.

Найбільший інтерес становить ***Бахтинське рудне поле*** (Е.Я.Жовинський, 1962 р.), де флюорит локалізується в ольчедаївських пісковиках і утворює два пласти, розірвані на окремі лінзи, які прослідковуються на площі 700 x 1200 м. Верхній рудний пласт розміщується під товщею аргілітів, що відіграють екрануючу роль. Нижній рудний пласт розташований на 0,5–5 м нижче, часто зовсім відсутній. Рудні поклади утворилися в результаті вибіркового заміщення первинного цементу пісковиків і часткового заміщення кластичного матеріалу (польових шпатів, менше кварцу) флюоритом. Сумарна потужність оплакованих пісковиків змінюється від 0,4 до 4,7 м, а вміст флюориту — від 5 до 48,89 % (середній – близько 15 %).

Пісковики належать до типу аркозових, мають рожево-сіре, фіолетово-сіре, світло-сіре забарвлення. Текстура плямиста, рідше очково-сферолітова. Плямиста текстура зумовлена виділенням плавикового шпату темно-фіолетового кольору у вигляді плям неправильної, часто овальної форми розміром до 0,8–1,0 см на світло-сірому фоні породи. Структура пісковиків псефітова, рідше – псамітова. Уламковий матеріал (до 50–90 %) представлений кварцом (до 60–65 %), мікрокліном (до 30–35 %), плагіоклазом (до 15 %), біотитом. Акцесорні мінерали представлені цирконом, ільменітом, гранатом, монацитом. Цемент породи в основному базального типу, у безрудних пісковиках складається з кальциту, гідролуд, серициту, інколи піриту. Оплаковані пісковики зцементовані кальцит-флюоритовим, інколи сфалерит-галеніт-флюоритовим цементом проростання, інтенсивно кородованим і заміщеним кластичним матеріалом. Зрідка спостерігається регенераційний

кварцовий цемент, який утворився внаслідок розростання зерен кварцу. Крім того, у складі цементу часто присутні гідрослюди типу серициту–гідромусковіту.

Флюорит утворює кристали розміром від кількох міліметрів до 1,6 см, має первинні і вторинні газово-рідинні включення, з температурою гомогенізації 230–135 і 138–100°. Спектральним аналізом у складі флюориту встановлені домішки Mg, Mn, Al, Ti, Fe, Na, Co, Zr, Ni, Zn, La, Y, Ag, Cu, Be, Pb, Tl, зрідка Ba, Li, Ga. Характерним мінералом оплавикованих пісковиків є дикіт (2–8 %). Кальцит у цементі пісковиків утворює пойкилітові кристали величиною 5–7 см. В середньому кількість його становить приблизно 3 %, а в нерудних і безрудних пісковиках збільшується до 5–10 %, іноді – майже до 20 %. До мінеральних новоутворень в цементі оплавикованих пісковиків належать також пірит, халькопірит, сфалерит і галеніт.

Для виділень флюориту характерна зональна будова: внутрішня незабарвлена овальна або сферична зона діаметром 5–7 мм; проміжна зона фіолетового флюориту шириною 3–4 мм, де забарвлення густішає від центру до периферії; зовнішня зона незабарвленого або слабо зеленуватого флюориту (часто відсутня).

Найкрупнішим об'єктом *Бахтинського* рудного поля і всього *Середньо-Придністровського* рудного району є *Бахтинське* родовище.

Бахтинське родовище розміщене у межах *Бахтинської* депресії на західному схилі УЩ, яка складена платформними відкладами рифею і мезокайнозою (рис. 3.16).

Флюоритове зруденіння пов'язане з товщею ольчедаївських пісковиків, представлене субгоризонтальними покладами серповидної та ізометричної форми довжиною 4–9,4 км, шириною 1–3,5 км, глибина залягання – від 21,3 до 118,5 м. Поклади складаються з 20 рудних тіл середньою потужністю 0,75–1,45 м, розташованих одне над другим або кулісоподібно.

Руди відносяться до флюорит-карбонатного типу, виділяють пластово-вкраплені і прожилкові різновиди. Флюорит заміщує гідрослюдистий і кальцитовий цемент пісковиків і частково кластичний матеріал – польові шпати та кварц. Прожилковий тип має підпорядковане значення. Основні мінерали – флюорит і кальцит, рідше зустрічаються кварц, дикіт, пірит. Колір флюориту фіолетовий, різної насиченості, трапляються скупчення безбарвних, зеленкуватих та медово-жовтих зерен. Текстури руд переважно рівномірно вкраплені. У випадку інтенсивного оплавиковування пісковиків (> 25 % CaF₂) у них з'являється кокардова або плямиста текстура: утворюється флюоритовий цемент проростання у вигляді округлих зерен (0,7–1,5 см).

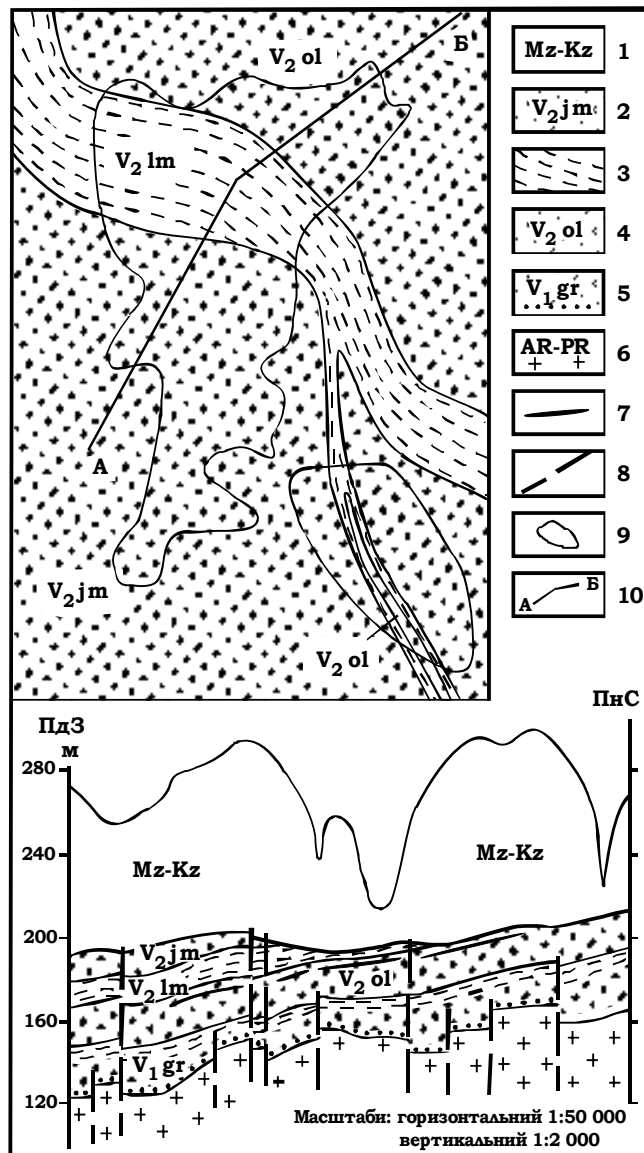


Рис. 3.16. Схематична геологічна карта та розріз Бахтинського родовища [Металічні і неметалічні..., 2006]

1 – мезо-кайнозойські відклади; 2 – ямпільські пісковики; 3 – ломозівські аргіліти; 4 – ольчедаївські пісковики; 5 – грушкинська світа, алевроліти, пісковики, гравеліти; 6 – кристалічний фундамент; 7 – рудні тіла; 8 – розломи; 9 – контур родовища; 10 – лінія розрізу

Руди бідні, комплексні, без шкідливих домішок, вміст флюориту 11–41 % (в середньому 17,1–20,6 %). Середній мінеральний склад (%): кварц – 54,9, калієвий польовий шпат – 18,4, флюорит – 14,20, плагіоклаз – 3,5, кальцит – 2,7, глинисті й гідрослюдисті мінерали – 5,3. Промислове значення мають флюорит, польовий шпат і кварц, з яких можна отримувати високоякісний флюоритовий, керамічний польовошпатовий, кварц-польовошпатовий і кварцовий концентрати. Запаси руди за категорією С₁ складають 4257,5 тис. т (CaF₂ – 589,7), С₂ – 13710,3 (CaF₂ – 1920,8), ресурси категорії Р₁ – 10,8 млн т. Технологічний тип руд – польовошпат-кварц-флюоритовий, середній мінералогічний склад (%): кварц – 51,9, польовий шпат – 16,4, плагіоклаз – 3,5, флюорит – 20,6, кальцит – 2,7, глинисті та гідрослюдисті мінерали – 3,3.

Промислове значення мають флюорит, польовий шпат і кварц, з яких можна одержувати високоякісний флюоритовий концентрат марки ФФ-95-А, керамічний польовошпатовий, кварц-польовошпатовий і кварцовий концентрати (табл. 3.15). *Бахтинське* родовище передбачається розробляти підземним способом (шахтою). Продуктивність рудника становить 500 тис. т руди на рік. Рудник існуватиме 29 років. Продуктивність гірничозбагачувального комбінату за концентратом становитиме близько 90 тис. т.

Таблиця 3.15

Хімічний склад *Бахтинського* флюоритового концентрату (%)

Продукт	CaF ₂	CaCO ₃	SiO ₂	P	S
Флюорит	99,3	0,01	0,35	0,003	0,007
Концентрат ФФ-95-А	97,0	1,0	2,0	0,015	0,05

Бахтинське родовище не розробляється, хоча інженерно-геологічні умови родовища у цілому сприятливі і воно підготовлене до дослідно-промислової розробки. Балансові запаси родовища, використання яких згідно затверджених кондицій економічно доцільне, становлять за категоріями С₁+С₂ близько 17 млн т. Геологічна будова родовища, морфологія, умови залягання, речовинний склад рудних тіл та гідрологічні умови вивчені досить детально для проектування гірничо-видобувного підприємства. Тому цей об'єкт є найперспективнішим для власного виробництва плавиковошпатових концентратів. Крім того, родовище є комплексним з можливим випуском польовошпатових та кварцових концентратів.

Крім цього в межах *Середньо-Придністровського* рудного району відомий цілий ряд проявів флюоритової мінералізації (табл. 3.16).

Новоселівський та *Перекоординецький* прояви розташовані у 4 км на північний захід від *Бахтинського* родовища. У *Вищеольчедаївському* і *Посухівському* проявах флюорит також локалізується в ольче-

даївських пісковиках. Характер руд тут такий, як і на *Бахтинському* родовищі.

Сказинецький прояв, розташований при злитті рік Жвану і Батога, приурочений до ямпільських пісковиків. Рудне тіло (потужністю до 2,5 м) розміщене у середній частині розрізу ямпільських верств, представленої щільними різнозернистими аркозовими пісковиками. Максимум мінералізації локалізується поблизу пластових тріщин і січних вертикальних тріщин. Руди характеризуються плямисто-верстуватою текстурою. Середній вміст флюориту в рудах становить 15 %.

Восводчинський прояв пов'язаний з зоною брекчіювання північно-західного простягання (320°), потужністю 10–15 м. Флюорит складає тонкі прожилки (1–3 мм), які цементують окремі уламки пісковика в брекчії. Вміст флюориту сягає 31,4 %.

Вищеольчедаївський прояв представлений жилами і прожилками флюориту в ольчедаївських пісковиках, розбитих системами північно-західних (310–320°) і північно-східних (60°) тріщин. Зальбанди жил вповнені дрібнозернистим кальцитом, їх внутрішня зона – агрегатом флюориту і кальциту. Флюорит представлений агрегатами дрібних (приблизно 1 мм) кристаликів кубічного габітусу, в напіввідкритих тріщинах утворюються щіточки, орієнтовані перпендикулярно поверхні тріщин. Потужність прожилків 1–2 см, вміст флюориту у прожилках становить 25–30 %. Поблизу кальцит-флюоритових тріщин вмісні пісковики часто оплавлені, флюорит утворює в них цемент проростання, вміст якого зменшується з віддаленням від тріщин. Потужність зони оплавленого пісковика біля тріщин 5–10 см (до 25–50 см). Флюорит має яскраво-фіолетовий, зелений, ліловий, блакитний, жовтий колір. Найпізнішим генераціям флюориту притаманні незабарвлені добре огранені кубічні кристали розміром до 4–5 мм в порожнинах кальцито-флюоритових прожилків або у вміщуючих породах.

Ряд прожилків флюориту у тонких тріщинах ольчедаївських пісковиків розкриті свердловинами в районі селищ Перекоринці, Жеребилівка, Ломозова; ямпільських пісковиків – в районі с. Липчани. Аналогічні прояви флюориту встановлені у кристалічному фундаменті (сс. Воєводчинці, Бахтин, Муровані Курилівці, Куражин, Ольхівка). Вони зустрічаються в рожевих апліто-пегматитових гранітах, мігматитах, гранат-біотитових гранітах, але здебільшого просторово пов'язані з флюоритовими проявами в ольчедаївських пісковиках. За мінеральним складом руди прості, однорідні, складаються головним чином із кальциту й флюориту, зрідка невеликих домішок каолініту й піриту. Флюорит заповнює тонкі тріщини (до 1 мм, рідко 1–2 мм) з нерівною бугристою поверхнею. Інколи спостерігаються серії паралельних

прожилків (2–3), які цементують зони тектонічної тріщинуватості (с. Муровані Курилівці). На глибину прожилкова флюоритова мінералізація поширюється лише на 50–70 м нижче поверхні кристалічного фундаменту.

Незначний вміст флюориту зафіксовано свердловинами на північному заході середнього Придністров'я в пісковицях волинської серії біля сіл Вел. Зозулинці (інт. 346–369), Іванівка (494,0–495,8), Рубляни (141–152; 270,5–275,8 м), Хоньківці (інт. 199,0–201,0 м).

Таблиця 3.16

Флюоритові родовища та прояви Бахтинського рудного поля

Прояви	Умови залягання, прогнозні параметри	Речовинний склад, вміст корисної копалини
Бахтинське родовище	Горизонтальні поклади площею 20 км ² , середньою потужністю 1 м	Флюорит 15,64–23,84 %; кварц, кальцит
Старогутівський	Горизонтальні поклади площею 9 км ² , потужністю до 0,6–2,4 м	Флюорит до 34 %; кварц, кальцит; цинк до 12,8 %
Золотогірський	Горизонтальні поклади площею 1 км ² , потужністю до 3 м	Флюорит 19,27 %; кварц, кальцит
Дерешковський	Горизонтальні поклади площею 0,4 км ² , потужністю до 0,75 м	Флюорит 15,6 %; кварц, кальцит
Посуховський	Горизонтальні поклади площею 1 км ² , потужністю до 4,8 м Горизонтальні поклади площею 3 км ² , потужністю 0,6–2,3 м	Флюорит 5–19 %; кварц, кальцит; Флюорит 11–12 %; кварц, кальцит
Перекоординський	Горизонтальні поклади площею 5 км ² , потужністю до 0,3–4,1 м	Флюорит 16,4 %; кварц, кальцит
Віножський	Круто падаюча зона жильно-прожилкової мінералізації протяжністю 600 м, 100 м за падінням, потужністю до 1,8 м	Флюорит – до 42,9 %; кварц, кальцит, галеніт, сфалерит, халькопірит; PbO – до 2,25 %, ZnO – до 1,32 %
Немерчинський	Горизонтальні поклади площею 4 км ² , потужністю до 0,4–1,7 м	Флюорит 13–16 %; кварц, кальцит
Сказинецький	Горизонтальний поклад незначної площі, потужністю до 2,5 м	Флюорит до 15 %; кварц, кальцит

Геолого-економічна оцінка Бахтинського родовища флюориту

Бахтинське родовище розташоване в середньому Придністров'ї, в південно-східній частині Подільської височини, яка являє собою пагорбову місцевість, сильно розчленовану річковими долинами з глибинами врізу до 50–60 м. Абсолютні відмітки на вододілах 260–300 м, в долинах річок – 190–210 м. Річкова сітка представлена лівими притоками Дністра – р. Жван, Терребіж, Бахтинка.

Район характеризується розвинутою інфраструктурою, густонаселений, найближчими пунктами є сс. Бахтин, Дерішова, Петри-

мани. В районі налічується 9 промислових підприємств, більшість з яких знаходиться в райцентрі. Тут широко розвинені родовища місцевої будівельної сировини. В районі розвідані 14 родовищ корисних копалин, серед яких вапняк, бут та щебінь, цегляна сировина, мінеральні підземні води. Шляхи сполучення розвинуті добре, зокрема, автодорога Муровані Курилівці – Бар проходить через площу родовища. Відстань до райцентру Муровані Курилівці – 14 км, до найближчої залізничної станції Котюжани (магістраль Жмеринка – Могилів-Подільський) – 35 км. Район не газифікований. Енергоживлення смт. Муровані Курилівці, як і селища Бахтин, здійснюється відгалуженнями від Центрального європейського кільця, одне з яких проходить вздовж асфальтованої дороги по площі родовища. Підключення майбутнього гірничо-збагачувального комбінату можна здійснити в будь-якому місці, при умові спорудження підстанції. В плані сучасного екологічного стану район можна віднести до найбільш незабруднених в Вінницькій області і в цілому в Україні.

Терміни промислового освоєння родовища не визначені. Промислове освоєння запропоновано проводити підземним способом – похилими стовбурами, за допомогою камерно-стовпової системи видобутку з проходкою комбайном гірничо-капітальних виробок і відпрацюванням корисної копалини селективним методом.

Гірничо-геологічні умови та гірничотехнічні особливості розробки Бахтинського родовища

Запаси флюориту на родовищі зосереджені в стратиформних рудних тілах, локалізованих в пісковиках ольчедаївської світи. Поклади оплакованих пісковиків орієнтовані згідно з нашаруванням вмісних порід і утворюють в них ряд окремих пластів і лінзоподібних рудних тіл (рис. 3.17, 3.18). Останні часто розпадаються на невеликі за потужністю прошарки або змінюються розсіяною мінералізацією.

За умовами залягання та морфологією рудних тіл *Бахтинське* родовище належить до пластового типу, характеризується мінливою потужністю рудних тіл і нерівномірним розподілом корисної копалини. Флюорит в продуктивному горизонті спостерігається як у вигляді вкрапленості, так і цементу. Вміст його в пісковиках змінюється від поодиноких зерен до 32 %.

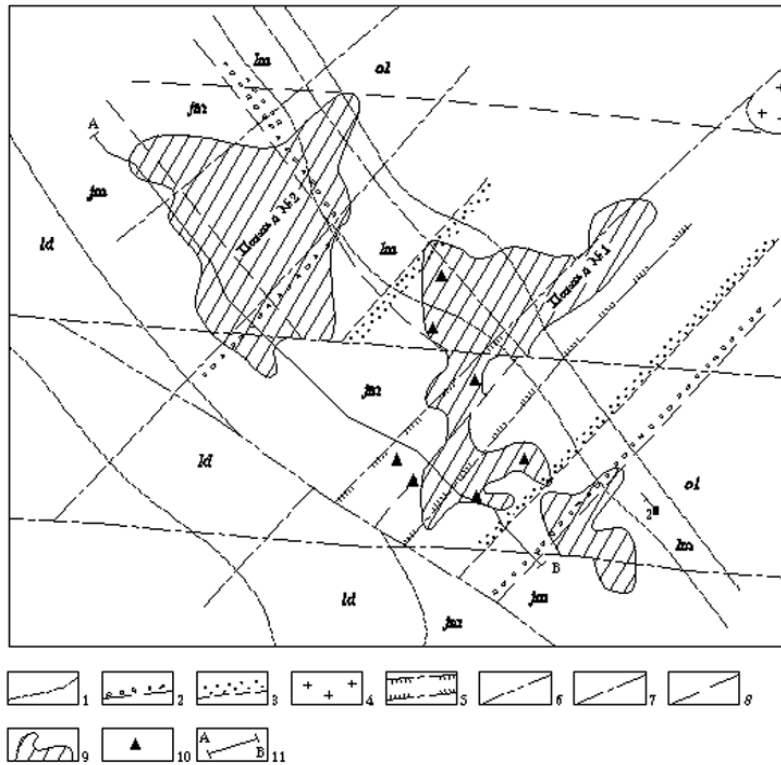


Рис. 3.17. Схема розташування рудних покладів Бахтинського родовища [Літогенез і гіпогенне рудоутворення..., 2003]

1 – границі верств (ol – ольчедаївських, lm – ломозівських, jm – ямпільських, ld – лядовських); 2 – границі западини, що заповнена відкладами хрустівської світи; 3 – границі поширення олігоміктових пісковиків в покрівлі ольчедаївських верств; 4 – мігматити і граніти фундаменту; 5 – найглибша частина Бахтинської западини; 6 - Сказинцівсько-Бужерівський розлом; 7 - розривні порушення за геологічними та геофізичними даними; 8 – розривні порушення, що припускаються; 9 – контури покладів флюориту у відкладах ольчедаївських верств; 10 – свердловини, які виявили прожилки флюориту у фундаменті; 11 - лінія геологічного розрізу.

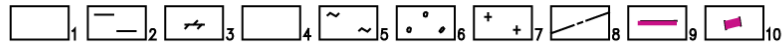
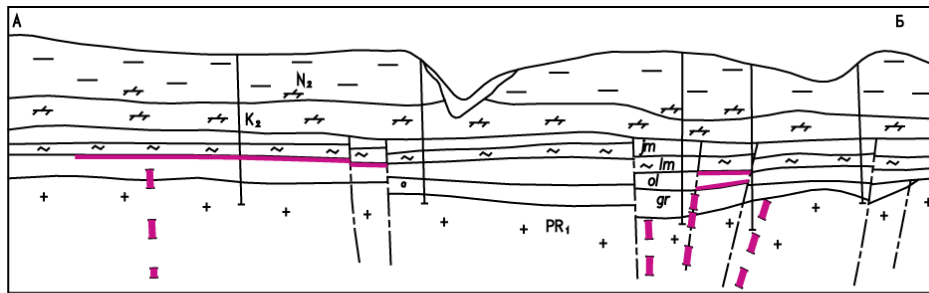


Рис. 3.18. Геологічний розріз Бахтинського родовища [Літогенез і гіпогенне рудоутворення..., 2003]

- 1 – четвертинні відклади; 2 – піщано-глинисті відклади пліоцену;
 3 – глинисто-карбонатні відклади пліоцену і верхньої крейди;
 4 - пісковики венду; 5 – аргіліти венду; 6 – конгломерати, брекчії, пісковики і алевроліти хрустівської світи; 7 - граніти і мігматити; 8 – розривні порушення; 9 – поклади флюориту; 10 – зони флюоритових прожилків.

Загальна площа контуру *Бахтинського* родовища сягає 10 км². Простягання рудних тіл становить від перших сотень метрів до 2,3 км.

У розрізі продуктивного горизонту флюоритова мінералізація у формі рудних пластів фіксується у двох рудних покладах – верхньому і нижньому. Глибина залягання тіл верхнього покладу від денної поверхні коливається від 21,35 м в долині р. Тереміж до 115,15 м на вододілах. Нижній поклад розміщується, як правило, на 2–4 м нижче верхнього. Ступінь продуктивності обох покладів неоднакова: 62,7 % від сукупної суми запасів категорії C₁+C₂ містяться в блоках верхнього покладу (С.М.Кузьменко, 2000 р.).

На родовищі основний об'єм руд у вигляді двох рудних пластів локалізований в польовошпат-кварцових пісковиках ольчедаївських шарів потужністю 6–9 м. Покрівля верхнього рудного пласта розташована в 0,5–1 м від підшови аргілітів ломозівських шарів, які мають невеликий коефіцієнт міцності (3). У зв'язку з цим під час розробки родовища треба очікувати нестійкості порід кривлі.

Гірничо-геологічні умови розробки родовища визначаються наступними факторами.

1. В породах платформного чохла (де розміщені рудні тіла) розривні структури проявлені слабо, чому рудні пласти мало порушені по вертикалі післярудними зміщеннями, як і сам продуктивний горизонт ольчедаївських пісковиків за виключенням дорудного скиду з амплітудою зміщення 7 м на південному фланзі покладу 1 і малоамплітудних (1–3 м) горстових структур на північному фланзі. В породах фундаменту тектонічні по-

рушення широко розповсюджені, проте на розробку родовища вони відчутно не вплинуть.

2. В товщі продуктивної пачки ольчедаївських пісковиків розміщено від 1 до 4, частіше 1–2 горизонти зруденіння. Потужність рудних шарів коливається від 1–2 см до 1–2 м, інколи сягає 5–8 м [Гурський та ін., 1995, 1999].
3. Висока міцність та щільність ольчедаївських пісковиків, що вміщують рудні тіла, забезпечать стійкість підготовчих та очисних виробок.

Ускладнення під час розробки родовища можуть бути пов'язані з наявністю 4 рівнів рудних тіл, а також відносно слабкістю контакту верхнього рудного тіла з перекривними ломозівськими аргілітами, що потребує укріплення покрівлі.

Покращенню умов розробки сприяє розміщення рудного тіла в пласті відносно стійких ольчедаївських пісковиків. Безпосередньо над рудовмісними верстами залягають відносно в'язкі та міцні ямпільські пісковики, у свою чергу перекриті ломозівськими пісковиками й аргілітами, які характеризуються незначною стійкістю через свою шаруватість.

Вскришні породи (до 82 м) складені переважно напіврихлими пісками, завдяки чому легко піддаються руйнуванню під час розробки.

Гірничотехнічні умови розробки родовища залежно від перелічених факторів змінюються в широкому діапазоні від складних до сприятливих.

Для *Бахтинського* родовища затверджено підземний спосіб розробки, оскільки відкритий спосіб є недоцільним за низкою економічних та екологічних факторів, основні з яких такі (С.М.Кузьменко, 2000 р.; Протокол..., 1999 р.):

1. За даних гірничо-геологічних умов повна собівартість 1 т флюоритової руди при безвибуховій виїмці складатиме 18–21 \$/т.
2. Буде відчужено під кар'єр та відвали 500–600 га земель (426 га орних).
3. Для виїмки більше 500 млн м³ гірської маси потрібен досить потужний парк високовартісного транспортного та технічного обладнання.
4. Великі витрати (\$5 млн) необхідні на перенесення 6 км автошляху, який проходить через родовище.
5. Економічні втрати від шкідливого впливу відкритих гірських робіт на навколишнє середовище набагато більші, ніж від підземних, хоча б за рахунок великого обсягу вийнятої та складованої гірської маси.

Речовинний склад та технологічні властивості руд

Мінеральний склад руд *Бахтинського* родовища відносно простий – флюорит, кварц, польові шпати, кальцит, дикіт, акцесорні мінерали: пірит, гранат, ільменіт, апатит, циркон, монацит, турмалін, рутил, магнетит, глауконіт, халькопірит, галеніт, сфалерит. Барит відсутній, іноді присутні сульфіди свинцю та цинку. Кварц є головним породоутворювальним мінералом (40–65 %). Трапляються таблитчасті зерна мікрокліну (6–34 %) і плагіоклазу (5 %). Дикіт (до 10 %) є характерним мінералом флюоритизованих пісковиків, інтенсивна дикітизація котрих є

індикатором флюоритового зруденіння. Кальцит міститься в рудах в кількостях 1–5 %.

Флюорит – основний промисловий мінерал руд, що виконує роль цементу в пісковиках, частково або цілком заміщуючи зерна кварцу або польового шпату. Трапляються зерна фіолетового забарвлення, інколи зеленого та безкольорові. Текстура руд рівномірно-зерниста вкраплена.

Технологічні випробування руд проводились в лабораторіях ДІ-МРУ, “Механобрчермет”, ТОО “Егонт”, КТУ. Вони встановили, що руди відносяться до одного технологічного типу і є комплексною сировиною, з якої із застосуванням попереднього збагачення методами рентгенолюмінесцентної сепарації та пінної флотації можна отримати три товарних продукти високої якості [Технико-экономическое..., 1999]. Промислове значення мають наступні мінерали: флюорит, польовий шпат, кварц. Основним методом збагачення обрано метод пінної флотації. Рентгенолюмінесцентний метод попереднього збагачення розроблений ТОО “Егонт”, дозволяє залучити до освоєння і бідні руди.

В технологічних схемах комплексного збагачення руди запропоновано отримання з вихідної руди одного концентрату – флюоритового. Хвости флюоритової флотації представлені кварцом та польовими шпатами. Для їх селективного поділу, з отриманням високоякісного польовошпатового і кондиційного кварцового концентрату в технологічній схемі передбачений цикл польовошпатової флотації в кислому фторовміщуючому середовищі. Кварц-польовошпатовий продукт (хвости основної флотації флюориту), з метою максимального зменшення в ньому масової частки CaF_2 , піддається контрольній флотації з наступним магнітним збагаченням камерного продукту. Магнітне збагачення дозволяє вилучити з продукту скрап і нанесене залізо, а також відмити реагенти з твердої фази. Немагнітний продукт після загустіння та фільтрування направляється на основну польовошпатову флотацію. За розглянутою технологією пінні продукти контрольних флотацій флюориту і польового шпату, а також магнітний продукт є хвостами і рекомендуються під закладку. За комбінованою технологією поділу руди отримано три кондиційних концентрати: флюоритовий (вихід 11,4–19,8 %), польовошпатовий (25,0–24,4 %) і кварцовий (57,5–51,0 %). Технологічні показники збагачення руди наведені в табл. 3.17.

Для задоволення споживчого попиту отримані концентрати потребують доведення до певних кондицій (які відповідають технічним умовам) методом термообробки, подрібнення та окускування. Флюоритовий концентрат рекомендується використовувати в металургійному переділі у вигляді окатишів розміром 10–20 мм і в зварюваль-

ному виробництві – у вигляді концентрату з масовою часткою вологи не більше 1 %. Польовошпатовий і кварцовий концентрати рекомендується подрібнювати і висушувати до 1% вологості для підвищення їх споживчих властивостей.

Таблиця 3.17

Основні техніко-економічні показники збагачення флюоритових руд Бахтинського родовища за комплексною схемою [Технико-экономическое..., 1999]

Показники	Q = 0,5 млн т/рік	Q = 1,0 млн т/рік
	CaF ₂ = 15,0 %	CaF ₂ = 15,0 %
Річна виробнича потужність:		
а) по вихідній руді:		
- натуральна вага	500,000	1000,000
- суха вага	484,00	968,000
б) по флюоритовому концентрату		
- натуральна вага	87,233	174,465
- суха вага	75,020	150,040
в) по кварцовому концентрату:		
- натуральна вага	307,686	615,371
- суха вага	258,456	516,912
г) по польовошпатовому концентрату:		
- натуральна вага	146,970	293,941
- суха вага	120,516	241,032
Річна кількість хвостів, тис. т:		
- натуральна вага	34,893	69,786
- суха вага	30,008	60,016
Вміст вологи, %:		
- в руді	3,200	3,200
- у флюоритовому концентраті	14,000	14,000
- у кварцовому концентраті	16,000	16,000
- в польовошпатовому концентраті	18,000	18,000
Вихід, %:		
- флюоритового концентрату	15,500	15,500
- кварцового концентрату	53,4	53,4
- польовошпатового концентрату	24,9	24,9
- хвостів	6,2	6,2
Масова частка CaF ₂ , %:		
- в руді	15,000	15,000
- у флюоритовому концентраті	93,200	93,200
Масова частка SiO ₂ вільн., %:		
- в руді	57,500	57,500
- у кварцовому концентраті	97,600	97,600
- в польовошпатовому концентраті	5,200	5,200
Вилучення CaF ₂ , %:		
- у флюоритовий концентрат	96,300	96,300
Вилучення SiO ₂ вільн., %:		
- у кварцовий концентрат	90,600	90,600
- в польовошпатовий концентрат	2,200	2,200

Схема збагачення, розроблена Криворізьким технічним університетом, прийнята за основу в економічних підрахунках як найбільш економічна. Вона забезпечує отримання флюоритового концентрату з масовою часткою CaF_2 92,5 % при вилученні 85,1 % і виході 13,1 %. Із хвостів флюоритової флотації при застосуванні магнітної сепарації і польовошпатової флотації отриманий польовошпатовий концентрат з масовою часткою SiO_2 – 4,5 % і виході 16,7 % при калієвому модулі 7 і сумі $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ – 15,02 %, а також кварцовий концентрат з масовою часткою SiO_2 більше 97 % і виході 50 %.

Отриману продукцію збагачення було досліджено в Дніпропетровському металургійному університеті та УкрНІІФП [Технико-экономическое..., 1999]. Вона відповідає наступним ДЕСТам:

- флюоритовий концентрат для зварювальних матеріалів (ДЕСТ 4421-73);
- флюоритові брикети для металургії (ДЕСТ 7618-83, ГОСТ 24626-81);
- польовошпатовий концентрат для тонкої кераміки (ДЕСТ 7030-75), для покривання зварювальних електродів (ДЕСТ 4423-734);
- кварцовий концентрат для тонкої кераміки (ДЕСТ 7031-75).

Супутні корисні копалини, пов'язані з розкривними породами неоген-четвертинного віку представлені суглинками, глинами, пісками, депрессивними вапняками. Пісковики не відповідають ДЕСТам, вапняки затверджені ДКЗ України в обсязі 689,1 тис. т, віднесені до 1 сорту 1 класу ДЕСТ 14050-78 "Мука вапнякова".

На родовищі також поширена галеніт-сфалеритова мінералізація. Промислові скупчення сульфідів поліметалів трапляються в поодиноких випадках, хоча підвищені вмісти Cu (до 0,063 %), Ba (до 0,32 %), Tl (до 1 %), Pb і Y зафіксовані в породах венду і раннього докембрію.

Гідрогеологічні умови розробки родовища

Родовище знаходиться в зоні переходу від *УЩ до Волино-Подільської* плити, в межах кліматичної зони з середнім ступенем зволоження. У зв'язку з розчленованістю рельєфу територія відрізняється значним поверхневим стоком, осадові утворення прорізаються долинами річок, що сприяє інтенсивному розвантаженню водоносних горизонтів.

В межах родовища спостерігаються заболочені ділянки, підземні води типу "верховодка". Тут виділяють наступні водоносні горизонти та комплекси:

- водоносний горизонт середньо- та верхньочетвертинних відкладів;
- водоносний горизонт сарматських відкладів;
- водоносний горизонт сеноманських відкладів
- водоносний комплекс відкладів венду;
- водоносний комплекс тріщинуватої зони кристалічних порід докембрію.

Під час освоєння родовища можливі прориви підземних вод в гірничі виробки, особливо в північно-східній частині родовища.

Гідрогеологічна схема представлена безнапірним горизонтом сеноманських відкладів і напірним горизонтом венду, складеним перешаруванням пісковиків, аргілітів, алевролітів.

Для пониження рівня підземних вод до проектної відмітки необхідно відкачувати щодоби наприкінці першого року – 4370 м³; наприкінці експлуатації (через 36,5 років) – 3504 м³.

З водоносним горизонтом сеноманських відкладів пов'язане родовище підземних столових вод, яке знаходиться поза зоною впливу відкачки води на *Бахтинському* родовищі.

Таким чином, гідрогеологічні умови розробки родовища характеризуються середньою складністю. Виділяються 5 вищеозначених водоносних горизонтів. Водовмісними породами тут є ольчедаївські та грушківські пісковики. Тріщинно-пластові води мають напірний характер. Ступінь водоносності цього комплексу залежить як від літологічного складу порід, так і від ступеня їх тріщинуватості. Води комплексу широко розповсюджені в районі і використовуються для господарсько-питного водопостачання.

Оцінка запасів Бахтинського родовища флюориту

На родовищі за категоріями C_1 і C_2 підраховані балансові запаси руди і флюориту, використання яких згідно затверджених кондицій є економічно доцільним. Підраховані також прогнозні ресурси категорії P_1 (табл. 3.18, 3.19).

В межах *Бахтинського* родовища виділено 9 підрахункових блоків (4 блоки верхнього покладу та 5 – нижнього), розвіданих за категорією C_1 та 7 блоків (3 – у верхньому покладі та 4 – у нижньому), оцінених за категорією C_2 . Крім того, на флангах родовища у 7 підрахункових блоках (3 у верхньому покладі, 4 – у нижньому) виділені прогнозні ресурси категорії P_1 . Окреме місце займає блок прогнозних ресурсів в аркозових пісковиках ольчедаївських шарів на південно-південно-східному фланзі родовища.

Запаси підраховані по категоріям C_1+C_2 , проте затверджені кондиції значно відрізняються від оперативних. Запаси C_1+C_2 дорівнюють 18,4 млн т. За якістю запаси категорії C_2 практично не відрізняються від запасів категорії C_1 , тому їх можна враховувати в повному обсязі. За умовою проведення гірничих робіт з часом можна буде перевести частину запасів категорії C_1 в категорію В.

Геологічна будова родовища, морфологія, умови залягання, речовинний склад рудних тіл та гідрогеологічні умови вивчені достатньо

детально для проектування гірничо-видобувного підприємства. Промислове освоєння запропоновано здійснювати підземним способом. При річній потужності 500 тис. т руди буде отримано більше 65 тис. т флюоритового концентрату, 83,5 тис. т високоякісного керамічного пологовошпатового та 250 тис. т кварцового концентрату. Техніко-економічні показники можуть бути покращені за рахунок залучення до експлуатації перспективних прогнозних ресурсів категорії P_1 покладу 1 (11,8 млн т) та покладу 2 (21,4 млн т), а також прогнозних ресурсів категорії P_2 (оцінені у 1990 р.) на ділянках поблизу *Бахтинського* родовища: *Перекоринецькій* (38,4 млн т при CaF_2 11,9 %); *Немерчинській* (17,4 млн т при CaF_2 15,2 %); *Сказинецькій* (43,7 млн т при CaF_2 16,6 %); *Старогутівській* (14,4 млн т при CaF_2 19,2 %) [Гурова, 1966; Нечаев, 1978].

Геолого-економічні розрахунки щодо *Бахтинського* родовища, а саме: очікувані техніко-економічні показники промислового освоєння *Бахтинського* родовища; розрахунки вартості товарної продукції та чистого прибутку підприємства; розрахунки прибутку, рівня рентабельності підприємства і строку окупності капіталовкладень (різні варіанти) наведені в табл. 3.20 – 3.29 і на рис. 3.19 – 3.20.

Оцінка родовища має значний «запас міцності»: збільшення витрат на отримання товарної продукції і зниження цін її реалізації на 25 % не призведе до зміни промислового значення родовища (кінцеві показники економічної ефективності залишаються додатними).

Для такого великого за площею родовища, як *Бахтинське*, одночасне освоєння всієї його площі практично неможливе. Доведення всіх запасів родовища до високих категорій призведе до значного «затягування» терміну його промислового освоєння. Виходячи з вищесказаного, можна говорити про можливість проектування гірничо-видобувного підприємства при досягнутому рівні розвіданості родовища. Комплексне промислове освоєння запасів флюоритових руд доцільно починати після уточнення в межах дослідної ділянки гірничотехнічних властивостей корисної копалини і перекривних порід, параметрів системи розробки, втрат та збіднення руд, а також техніко-економічних показників прийнятої технологічної схеми комплексного збагачення руд в промислових умовах [Курило, 2005].

Таблиця 3.18

Запаси флюориту Бахтинського родовища, тис. т (С.М.Кузьменко, 2000 г.).

Блок категорії запасів	Середній вміст CaF ₂	Руди	Геологічні запаси			Промислові запаси	
			Флюориту	Польового шпату (16,7 %)	Концентрат кварцу (50 %)	Руди	Флюориту
Верхній поклад, кат. С ₁	14,52	2217,7	322,0	370,3	1108,9	2085,3	302,8
Нижній поклад, кат. С ₁	13,8	1939,8	267,7	324,0	969,9	1826,4	251,7
Разом С₁	14,18	4157,5	589,7	694,3	2078,8	3911,7	554,5
Верхній поклад, кат. С ₂	13,05	8716,9	1137,9	1455,6	4358,4	8195,6	1070,0
Нижній поклад, кат. С ₂	15,68	4993,4	782,9	833,8	2496,9	4695,1	736,3
Разом С₂	14,01	13710,3	1920,8	2289,4	6855,3	12890,7	1806,3
С₁+С₂	14,05	17867,8	2510,5	2983,7	8934,1	16802,4	2360,8
Верхній поклад, кат. Р ₁	10,83	5451,8	590,5				
Нижній поклад, кат. Р ₁	11,77	3350,8	394,5				
Разом Р₁	11,13	10803,2	1202,3				
С₁+С₂+Р₁	12,95	28671,0	3712,8				
Забалансові запаси	7,68	14,1					

Таблиця 3.19

Структура запасів Бахтинського родовища флюориту, тис. т (С.М.Кузьменко, 2000 г.).

Категорія запасів	Варіанти бортового вмісту								
	Мінімальна потужність 0,8 м						Мінімальна потужність 0,5 м		
	10 %	8 %	5 %	3 прошарками некондиційних руд до 2,0 м			10 %	8 %	5 %
				10 %	8 %	5 %			
С ₁	5245,2 (34,3%)	5642,0 (32,0%)	7392,8 (29,4%)	5540,9 (34,7%)	6456,7 (31,8%)	7841,3 (30,2%)	5557,8 (93,5%)	6121,2 (32,4%)	7525,5 (29,2%)
С ₂	5265,6 (34,4%)	5810,7 (32,9%)	8274,5 (32,9%)	5643,1 (35,3%)	6900,0 (34,0%)	8603,0 (33,2%)	5845,1 (34,1%)	6156,0 (32,6%)	8534,4 (33,0%)
Р ₁	4789,2 (31,3%)	6190,0 (35,1%)	9475,4 (37,7%)	4789,2 (30,0%)	6930,6 (34,2%)	9475,4 (36,6%)	5723,6 (33,4%)	6632,2 (35,0%)	9763,7 (37,8%)
Усього	15300,0	17642,7	25142,7	15973,2	20287,3	25919,7	17126,5	18909,4	25823,6

Примітка. В дужках – частка від сукупної кількості руди

Таблиця 3.20

Техніко-економічні показники промислового освоєння Бахтинського родовища флюориту [Технико-экономическое..., 1999]

Показники	Варіант А	Варіант Б
Середня потужність, м	1,40	1,40
Геологічні запаси (категорії С ₁ +С ₂), тис. т	16 444,30	16 444,30
Вміст СаF ₂ в геологічних запасах, %	14,70	14,70
Вміст СаF ₂ в геологічних запасах, тис. т	2417,31	2417,31
Проектні втрати, %	5,97	5,97
Промислові запаси, тис. т	15462,58	15462,58
Вміст СаF ₂ в промислових запасах, %	14,70	
Розубожіння, %	4,00	4,00
тис. т	618,50	618,50
Експлуатаційні втрати, %	4,00	4,00
тис. т	618,50	618,50
Експлуатаційні запаси (категорія С ₁ +С ₂), тис. т	15462,58	15462,58
Вміст СаF ₂ в експлуатаційних запасах, %	14,23	14,23
Кількість СаF ₂ експлуатаційних запасів, тис. т	2200,63	2200,63
Річна виробнича потужність		
- по руді, тис. т	500,00	1000,00
- по вмісним породам, тис. т	193,40	386,79
- по гірській масі, тис. т	693,40	1386,79
Строк служби, років	30,93	15,46
Вилучення СаF ₂ у флюоритовий концентрат, %	85,10	85,10
Вміст СаF ₂ у флюоритовому концентраті, %	92,50	92,50
Вихід концентрату, %		
- флюоритового	13,09	13,09
- польовошпатового	16,70	16,70
- кварцового	50,00	50,00
Вологість концентрату	14,00	14,00
Можливе річне виробництво концентрату, тис. т		
- флюоритового	65,47	130,93
- польовошпатового	83,50	167,00
- кварцового	250,00	500,00
Капітальні вкладення, тис. \$		
Будівлі, шляхи та ін.	8016,34	8630,64
Інвестиції в рудник усього, у т.ч. в гірничо-капітальні виробки	13554,10 5656,84	16395,40 5656,84
Позаоб'ємні витрати (25%)	5392,61	6256,51
Інвестиції в збагачувальну фабрику	38640,00	61824,00
Інвестиції у водосховище	1050,00	1500,00
На рекультивацию порушених земель	686,00	980,00
Будівництво залізниці	16800,00	16800,00
Житлове будівництво	6718,15	10887,48
Інші витрати	1,74	1,90
Усього інвестицій	90858,95	123275,93
Експлуатаційні витрати на 1 т руди, \$/т		
Видобуток руди	7,24	6,65
Закладочні роботи та рекультивация	0,89	1,02
Збагачувальний переділ в концентрат, \$/т		
- металургійного сорту	5,77	4,58
- зварювального сорту	2,12	1,68
- польовошпатовий	4,75	3,77
- кварцовий	0,50	0,40
Усього	21,40	17,97

Річні експлуатаційні витрати, тис. \$		
Видобуток руди	3620,00	6650,00
Закладочні роботи та рекультивация	509,91	887,80
Збагачувальний переділ в концентрат:		
- металургійного сорту	2886,35	4581,79
- зварювального сорту	1061,17	1684,50
- польовошпатовий	2373,92	3768,36
- кварцовий	250,00	396,85
Усього річні експлуатаційні витрати	10701,34	17969,30
Усього експлуатаційні витрати	330940,64	277851,72
Витрати на вивід з експлуатації	4542,95	6163,80
Ціна концентрату, \$/т		
- металургійного сорту	160,00	160,00
- зварювального сорту	150,00	150,00
- польовошпатового	119,16	199,16
- кварцового	5,00	5,00
Річний прибуток від реалізації, тис. \$		
- металургійного сорту	7265,29	14530,58
- зварювального сорту	3142,43	6284,85
- польовошпатового	9949,86	18306,54
- кварцового	1250,00	2500,00
Річний валовий прибуток від реалізації	21607,57	41621,97
Валовий прибуток від реалізації	668217,47	643582,80
Валові витрати, тис. \$		
Експлуатаційні витрати	330940,64	277851,72
Витрати на вивід з експлуатації	4542,95	6163,80
Плата за спеціальне використання надр	2010,13	2010,13
Плата за ГРП	5919,15	5919,15
Відрахування на ремонт та утримання автошляхів	8018,61	7722,99
Відрахування в інноваційний фонд	6682,17	6435,83
Річні валові витрати	11580,01	19816,49
Валові витрати	358113,66	306413,92
Амортизація основних фондів	60997,95	88951,61
Амортизація гірничо-капітальних робіт	5656,84	5656,84
Усього витрат виробництва	424768,46	401022,37
Розрахунок прибутку		
Валовий прибуток, тис. \$	668217,47	643582,80
Валові витрати, тис. \$	358113,66	306413,92
Амортизація основних фондів, тис. \$	60997,95	88951,61
Амортизація гірничо-капітальних робіт, тис. \$	5656,84	5656,84
Витрати на вивід з експлуатації, тис. \$	4542,95	6163,80
ПДВ, %	-	-
Плата за землю, тис. \$	18131,88	18131,88
Прибуток до оподаткування, тис. \$	220774,19	218264,76
Податок на прибуток (30%), тис. \$	66232,26	65479,43
Прибуток підприємства, тис. \$	154541,93	152785,33
Річний чистий прибуток, тис. \$	4997,29	9880,98
Чистий прибуток, тис. \$	154541,93	152785,33
Рентабельність, %	7,50	10,44
Строк окупності, років	12,70	7,70

Таблиця 3.21

Очікувані техніко-економічні показники промислового освоєння Бахтинського родовища флюориту з урахуванням додаткової розробки прогнозних ресурсів покладів 1 і 2 [Технико-экономическое..., 1999]

Показники	Варіант А	Варіант Б
Вміст СаF ₂ в геологічних запасах, %	14,70	14,70
Прогнозні ресурси покладів 1 і 2, млн т	30,90	30,90
Вміст СаF ₂ в прогнозних ресурсах, %	12,04	12,04
Усього запаси та ресурси, млн т	47,30	47,30
Вміст СаF ₂ в запасах та ресурсах, %	12,99	12,99
Експлуатаційні запаси (C ₁ + C ₂ + P ₁), млн т	44,50	44,50
Вміст СаF ₂ в експлуатаційних запасах, %	12,59	12,59
Річна виробнича потужність по руді, тис. т	500	1000
Строк служби підприємства, років	88,98	44,49
Сумарний чистий прибуток, млн \$	561,8	625,8
Індекс прибутковості інвестицій, разів	6,7	5,6

Таблиця 3.22

Розрахунок вартості товарної продукції [Технико-экономическое..., 1999]

Ціна концентрату:	Варіант А	Варіант Б
- металургійного сорту, \$/т	160,00	160,00
- зварювального сорту, \$/т	150,00	150,00
- польовошпатового, \$/т	119,16	109,62
- кварцового, \$/т	5,00	5,00
Річна вартість від реалізації концентрату тис. \$		
- металургійного сорту	7265,29	14530,58
- зварювального сорту	3142,43	6284,85
- польовошпатового	9949,86	18306,54
- кварцового	1250,00	2500,00
Річний валовий прибуток від реалізації	21607,57	41621,97

Таблиця 3.23

Розрахунок вартості товарної продукції та чистого прибутку підприємства за максимальними цінами товарної продукції

Ціна концентрату	Варіант А	Варіант Б
- металургійного сорту, \$/т	160,00	160,00
- зварювального сорту, \$/т	150,00	150,00
- польовошпатового, \$/т	180,00	180,00
- кварцового, \$/т	20,00	20,00
Річна вартість від реалізації концентрату, тис. \$		
- металургійного сорту		14530,58
- зварювального сорту		6284,85
- польовошпатового		30060,00
- кварцового		10000,00
Річний валовий прибуток від реалізації		60874,53
Валовий прибуток		941277,32
Чистий прибуток		371377,25
Річний чистий прибуток		24296,85

Таблиця 3.24

Альтернативний розрахунок вартості товарної продукції
(при мінімальних цінах на флюоритові концентрати та внутрішніх цінах
на решту продукції)

Ціна концентрату:	Варіант А	Варіант Б
- металургійного сорту, \$/т	105	105
- зварювального сорту, \$/т	100	100
- польовошпатового, \$/т	119,16	109,62
- кварцового, \$/т	5,00	5,00
Річний обсяг реалізації концентрату, тис. т		
- металургійного сорту	45,41	90,82
- зварювального сорту	20,95	41,90
- польовошпатового	83,50	167,00
- кварцового	250,00	500,00
Річна вартість від реалізації концентрату, тис. \$		
- металургійного сорту	4768,05	9536,0
- зварювального сорту	2095,00	4190,0
- польовошпатового	9949,86	18306,54
- кварцового	1250,00	2500,00
Річний валовий прибуток від реалізації	18062,91	34532,64
Валовий прибуток від реалізації	558685,80	533874,61

Примітка. Варіант А – за виробничою потужністю підприємства в 500 тис. т; Б – за виробничою потужністю в 1000 тис. т

Таблиця 3.25

Альтернативний розрахунок вартості товарної продукції
(при середньостатистичних цінах на флюоритові концентрати та внутрішніх цінах на решту продукції)

Ціна концентрату:	Варіант А	Варіант Б
- металургійного сорту, \$/т	132,50	132,50
- зварювального сорту, \$/т	120,00	120,00
- польовошпатового, \$/т	119,16	109,62
- кварцового, \$/т	5,00	5,00
Річний обсяг реалізації концентрату, тис. т		
- металургійного сорту	45,41	90,82
- зварювального сорту	20,95	41,90
- польовошпатового	83,50	167,00
- кварцового	250,00	500,00
Річна вартість від реалізації концентрату, тис. \$		
- металургійного сорту	6016,82	12033,65
- зварювального сорту	2514,00	5028,00
- польовошпатового	9949,86	18306,54
- кварцового	1250,00	2500,00
Річний валовий прибуток від реалізації	19730,68	37868,19
Валовий прибуток від реалізації	610269,93	585442,21

Примітка. Варіант А – за виробничою потужністю підприємства в 500 тис. т, Б – за потужністю в 1000 тис. т

Таблиця 3.26

Альтернативний розрахунок вартості товарної продукції (при мінімальних (А) та середньостатистичних (Б) цінах на флюоритові концентрати та максимальних цінах на решту продукції)

Ціна концентрату:	Варіант А	Варіант Б
- металургійного сорту, \$/т	105,00	105,00
- зварювального сорту, \$/т	100,00	100,00
- польовошпатового, \$/т	180,00	180,00
- кварцового, \$/т	20,00	20,00
Річний обсяг реалізації концентрату, тис. т		
- металургійного сорту	90,82	90,82
- зварювального сорту	41,90	41,90
- польовошпатового	167,00	167,00
- кварцового	500,00	500,00
Річна вартість від реалізації концентрату, тис. \$		
- металургійного сорту	9536,10	12033,65
- зварювального сорту	4190,00	5028,00
- польовошпатового	30060,00	30060,00
- кварцового	10000,00	10000,00
Річний валовий прибуток від реалізації	53786,10	57121,65
Валовий прибуток від реалізації	839063,16	891097,74
Чистий прибуток	299827,34	336251,57
Річний чистий прибуток	19219,70	21554,58

Таблиця 3.27

Розрахунок прибутку, рівня рентабельності підприємства і строку окупності капіталовкладень [Технико-экономическое..., 1999]

Показники	Варіант А	Варіант Б
Річна виробнича потужність по руді, тис. т	500	1000
Строк служби підприємства, років	30,9	15,5
Капіталовкладення в будівництво, тис. \$	90858,9	123388,5
В тому числі промислове, тис. \$	84140,8	112388,6
Витрати на вивід підприємства з експлуатації, тис. \$	4542,9	6163,8
Річний валовий прибуток від реалізації продукції тис. \$	21607,6	41622,0
Річні валові витрати на виробництво продукції тис. \$	11580,0	19816,5
Річний чистий прибуток тис. \$	4997,3	9881,0
Сумарний чистий прибуток тис. \$	154541,9	152785,3
Рівень рентабельності, %	7,5	10,4
Строк окупності капіталовкладень, років	12,7	7,7

Таблиця 3.27

Альтернативний розрахунок прибутку підприємства, тис.\$ (при мінімальній ціні на флюоритові концентрати та внутрішніх цінах на решту продукції)

Показники	Варіант А	Варіант Б
Усього валовий прибуток від реалізації	558685,80	533874,61
Валові витрати виробництва	358113,66	306413,92
Амортизація основних фондів	60997,90	88951,61
Амортизація ГКР	5656,84	5656,84
Витрати на вивід з експлуатації	4542,95	6163,80
Плата за землю	18131,88	18131,88
Прибуток до оподаткування	111242,68	108556,96
Чистий прибуток	77869,87	75989,592
Річний чистий прибуток	2479,61	4761,25

Таблиця 3.29

Альтернативний розрахунок прибутку підприємства, тис. \$
(при середньостатистичній ціні на флюоритові концентрати та внутрішніх цінах на решту продукції)

Показники	Варіант А	Варіант Б
Усього валовий прибуток від реалізації	610269,9	585442,2
Валові витрати виробництва	358113,66	306413,92
Амортизація основних фондів	60997,90	88951,61
Амортизація ГКР	5656,84	5656,84
Витрати на вивід з експлуатації	4542,95	6163,80
Плата за землю	18131,88	18131,88
Прибуток до оподаткування	162826,67	160124,15
Чистий прибуток	113978,67	112086,90
Річний чистий прибуток	3685,05	7231,41

Примітка. В табл. 3.28, 3.29 варіант А – за виробничою потужністю підприємства в 500 тис. т, Б – за виробничою потужністю в 1000 тис. т

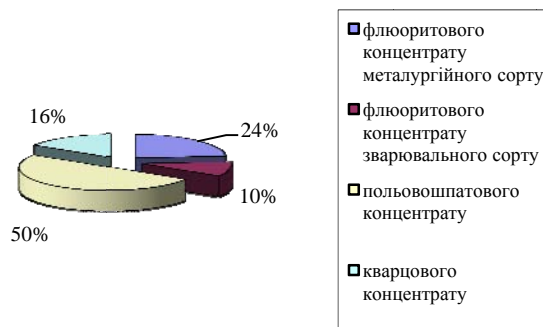


Рис. 3.19. Структура валового прибутку підприємства при максимальних цінах на концентрати



Рис. 3.20. Структура валового прибутку підприємства при мінімальних цінах на концентрати

При дослідженнях ефективності розробки *Бахтинського* родовища розглядалось 6 варіантів його експлуатації з різним вмістом CaF_2 в руді (5 та 10 %), мінімальною потужністю тіл корисних копалин, максимальною припустимою потужністю прошарків пустих порід та некондиційних руд (1,0 та 2,0 м), які включені в підрахунок запасів і 2 варіанти річної виробничої потужності рудника (0,5 та 1 млн т) по руді; 4 схеми флотаційного збагачення руди, розроблених інститутом "Механобрчермет" та 2 флотаційні схеми, розраховані КТУ [Технико-экономическое..., 1999]. Оцінюючи варіанти за комплексом техніко-економічних показників (запаси руди та флюориту, геологічна будова рудних тіл, показники ефективності), кращим визнано варіант з бортовим вмістом флюориту 5 %, мінімальною потужністю рудних тіл 0,8 м, максимальною потужністю прошарків, які включені в підрахунок запасів 2 м. За цим варіантом в розробку залучається найбільша кількість запасів руди за незначним зниженням її якості, збільшується середня потужність рудних тіл, спрощується їх будова, зменшується кількість так званих порожніх "вікон", що призводить до спрощення технології ведення гірських робіт та їх здешевлення. Цей варіант і рекомендовано використовувати як базовий для висновків про промислове значення *Бахтинського* родовища.

Структура капіталовкладень для *Бахтинського* родовища передбачається наступна:

- інвестиції в збагачувальну фабрику – 42,4 % від загальної суми,
- інвестиції в рудник – 14,9 %,
- будівництво залізниці – 18,4 %,
- будівництво шляхів та будівель – 8,8 %,
- інвестиції в житлове будівництво – 7,3 %,
- інвестиції в водосховище – 1,15 %,
- інвестиції на рекультивацію порушених земель – 0,7 %.

Сума інвестицій передбачається у розмірі \$ 94 млн. Структура експлуатаційних витрат, що оцінюються в \$ 349,465 млн, передбачається така:

- витрати на видобуток руди – 33,7 % їх суми,
- витрати на збагачувальний переділ концентратів – 62,72 % (для концентратів металургійного сорту – 26,9 %, зварювального сорту – 9,9 %, польовошпатових концентратів – 22,12 %, кварцових концентратів – 3,8 %).

Треба зазначити, що для *Бахтинського* родовища досягнуто рівень витрат на видобуток руди 6–8 \$/т, як для пластового родовища, що значно менше ніж для флюоритових родовищ жильного типу, де цей показник дорівнює 15–22 \$/т. Витрати на збагачення руд знаходяться на рівні аналогічних родовищ – 17–20 \$/т. При цьому експлуатаційні витрати складатимуть більше 90 % від суми валових витрат.

Як відмічалось раніше, для покращення техніко-економічних показників необхідно в перспективі враховувати перспективні прогностичні ресурси категорії P_1 , які по покладам 1 і 2 складають відповідно 11,8 млн

т і 21,4 млн т. Крім того не слід забувати про прогнозні ресурси категорії Р₂ на проявах *Бахтинського* рудного поля (*Перекоpineцький* – 38,4 млн т, *Немерчинський* – 17,4 млн т, *Сказинецький* – 43,7 млн т, *Старогутівський* – 14,4 млн т).

Для *Бахтинського* родовища економічні розрахунки основних показників його можливої розробки затверджувались для наступних умов:

- ціна на флюоритові концентрати металургійного сорту – 150 \$/т,
- ціна на флюоритові концентрати зварювального сорту – 160 \$/т,
- ціна на польовошпатові концентрати - 109,62 \$/т,
- ціна кварцових концентратів – 5 \$/т.

Оптимальний термін експлуатації *Бахтинського* родовища складає 11–15 років. Відповідно виробнича потужність майбутнього підприємства складатиме 1000 тис. т руди. Термін експлуатації родовища визначався у відповідності з “Нормами технологічного проектування рудників кольорової металургії з підземним способом розробки” і виводився з можливих показників річної виробничої потужності рудника по гірничим можливостям для родовищ з кутом падіння тіла корисної копалини до 30°, які рекомендовано визначати за формулою:

$$A = S \times i \times \left(n_1 \times \frac{d_1}{S_1} + n_2 \times \frac{d_2}{S_2} + \dots + n_n \times \frac{d_n}{S_n} \right), T$$

де S – горизонтальна площа тіла корисної копалини, м²,

i – коефіцієнт використання рудної площі (i = 0,05);

n₁, n₂...n_n – питома вага даної системи розробки, частка одиниці;

d₁, d₂...d_n – виробнича потужність очисного блоку при даній системі розробки, т/год.;

S₁, S₂...S_n – площа блоку, що знаходиться під очисною виїмкою при даній системі розробки, м².

За розрахунками виробнича потужність рудника з різними запасами руди складає від 7,1 до 11,0 млн т/рік. Оцінка *Бахтинського* родовища проводилась згідно прийнятого мінімального терміну амортизації капіталовкладень для комбінатів в складі рудника і збагачувальної фабрики в 18–20 років.

За таких показників Україна могла б забезпечити потреби колишнього СРСР в плавикувошпатовій продукції (900 тис. т) за рахунок запасів та ресурсів *Бахтинського* родовища (до 26 млн т) протягом 4 років, а за рахунок запасів і ресурсів *Бахтинського* рудного поля (49 млн т) – протягом 7 р. [Технико-экономическое..., 1999].

Показники чистої поточної вартості (ЧПВ) розраховані з дисконтуванням як прибутку, так і інвестицій, хоча в деяких випадках пропонують не дисконтувати суму інвестицій в майбутнє підприємство. Визначення прибутку (валового, чистого) проводилось в запропонованих варіаціях цін на товарну продукцію.

Як видно з наведених даних, при мінімальних та середньостатистичних цінах на флюоритові концентрати та внутрішніх цінах на іншу

продукцію показник ЧПВ за будь-якої відсоткової ставки при дисконтуванні має від'ємні результати; за значенням валового національного продукту (ВНП) даний інвестиційний проект відноситься до збиткових та нерентабельних, показник рентабельності інвестицій (ПРі) тут завжди менше 1. Лише за умови максимальних цін на флюоритові концентрати при внутрішніх цінах на іншу продукцію та при 8 % ставці отримані позитивні результати ЧПВ та ПРі, але за значенням ВНП вкладання інвестицій є знову ж таки збитковим (варіант 1).

Набагато кращі результати отримані при розрахунках названих показників при використанні ринкових зовнішніх цін на польовошпатові та кварцові концентрати для варіацій цін на флюоритові концентрати (варіант 2). Позитивні показники ЧПВ та ПРі отримані для будь-яких варіацій цін на флюоритові концентрати при 8–10 % ставці для дисконтування. При цьому показник ВНП при максимальних цінах на всю продукцію можливого підприємства свідчить, що підприємство буде прибутковим при залученні вітчизняних інвестицій та ризикованим при залученні іноземного капіталу. При мінімальних та середніх цінах на флюоритові концентрати за цих умов показник ВНП визначає цей інвестиційний проект як низькоприбутковий при залученні вітчизняних інвестицій та збитковий при використанні іноземних інвестицій. При 20 та 30 % дисконтуванні показники ЧПВ та ПРі є негативними. Треба зазначити, що при недисконтованій вартості інвестицій ці результати істотно не змінюються (рис. 3.21, 3.22). Проте ми наводимо всі вартісні показники прибутку та інвестицій до теперішнього моменту за відсутності точних даних про початок інвестування цього проекту, тому є доцільним дисконтувати вартість необхідних капіталовкладень (табл. 3.30).

Таким чином, за оціненими показниками проект інвестування ГЗК на базі *Бахтинського* родовища флюориту є доцільним за умов реалізації випущеної продукції за ринковими міжнародними цінами, при значеннях облікової ставки 8–10 %. При зростанні ставки його ефективність буде від'ємною. Це стосується комерційної оцінки проекту з точки зору максимального прибутку. Підприємство, проінвестоване за участю великих металургійних комбінатів, є для них набагато привабливішим, оскільки тут потрібно враховувати різницю між можливими збитками під час розробки родовища та вартістю усього імпортованого цими підприємствами обсягу флюоритових концентратів.

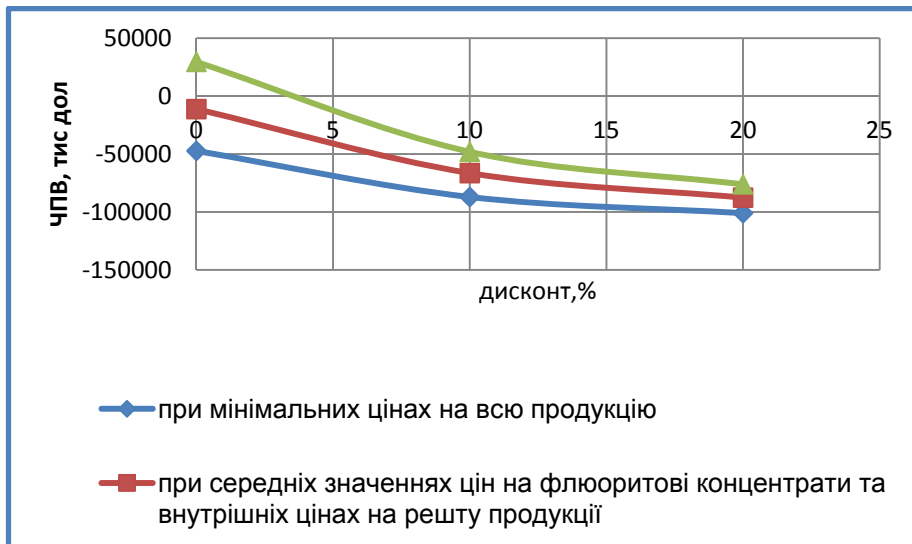


Рис. 3.21. Визначення ЧПВ та ВВП для ГЗК на базі Бахтинського родовища флюориту (варіант1)

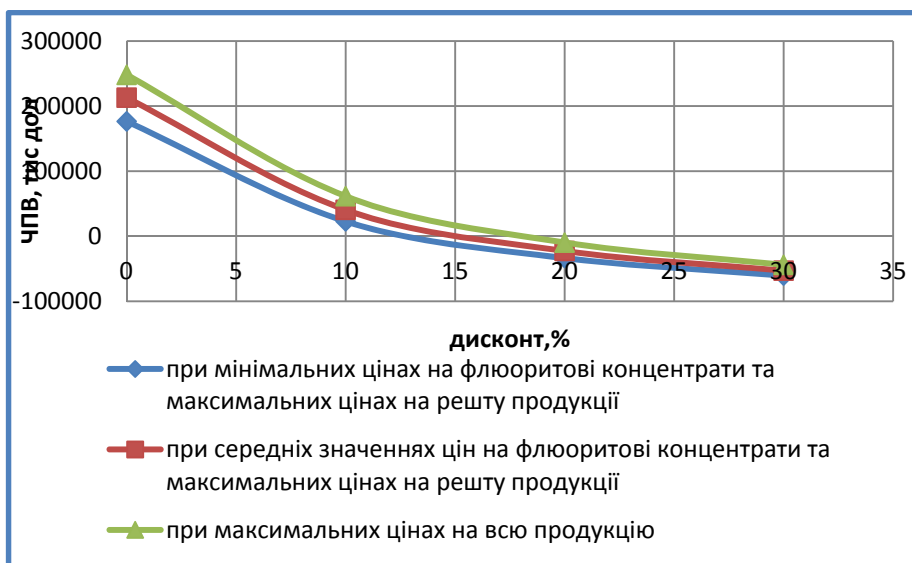


Рис. 3.22. Визначення ЧПВ та ВВП для ГЗК на базі Бахтинського родовища флюориту (варіант 2)

Таблиця 3.30

Показники ЧПВ, ПРі та ВВП для Бахтинського родовища флюориту

Відсоткова ставка для дисконтування	Показник		
	ЧПВ (тис. \$)	ВВП (%)	ПРі
При мінімальних цінах на флюоритові, польовошпатові та кварцові концентрати			
10	-87062,33		0,29
20	-101017,55		0,18
30	-107716,63		0,12
При середньостатистичних цінах на флюоритові концентрати та мінімальних цінах на іншу продукцію			
10	-66444,39		0,46
20	-87672,32		0,28
30	-98857,90		0,19
При максимальних цінах на флюоритові концентрати та мінімальних на іншу продукцію			
10	-48121,26		0,60
20	-76193,53		0,38
30	-90985,35	1,7	0,26
При максимальних цінах на флюоритові, польовошпатові та кварцові концентрати			
10	61525,44		1,49
20	-9688,62		0,92
30	-43874,29	19	0,64
При середньостатистичних цінах на флюоритові концентрати та максимальних цінах на іншу продукцію			
10	40667,73		1,33
20	-22508,73		0,82
30	-52836,03	16	0,57
При мінімальних цінах на флюоритові концентрати та максимальних на іншу продукцію			
10	22908,63		1,18
20	-33424,52		0,72
30	-60466,42	14	0,51

Для покращення показників ефективності освоєння родовища є доцільним розрахунок із виключенням блоків з найменшим вмістом корисних компонентів. Така процедура рекомендується для крупних об'єктів і здійснюється шляхом послідовного виключення із промислового контуру найбільш бідніших блоків до досягнення необхідного рівня норми прибутку. Проте це є дієвим лише для дуже крупних об'єктів, коли зменшення кількості запасів не відобразиться на кінцевих показниках ефективності. Такі розрахунки для *Бахтинського* родовища довели взаємозв'язок кількісної та якісної характеристик, оскільки підвищення нижньої межі вмісту корисної копалини покращує якість запасів, але призводить до їх скорочення. Вилучення ділянок з най-

меншим вмістом CaF₂ з промислових запасів відобразилось лише на зменшенні їх об'єму і відповідно на терміні експлуатації родовища (табл. 3.31).

Таблиця 3.31

Показники освоєння Бахтинського родовища при вилученні ділянок з найменшим вмістом CaF₂

Показники	При бортовому вмісті CaF ₂ 5 %	При бортовому вмісті CaF ₂ 10 % та без блоків південної ділянки
Промислові запаси руди, тис. т	15462,50	10107,30
Промислові запаси CaF ₂ , тис. т	2409,70	1790,40
Середній вміст CaF ₂ в промислових запасах, %	14,70	17,70
Термін служби підприємства за потужністю 1000 тис. т на рік, років	15,4	10,10
Експлуатаційні витрати на 1т руди, \$/т	17,97	17,99
Річні експлуатаційні витрати, тис. \$	17974,90	18003,00
Валові експлуатаційні витрати	277862,65	164117,65
Чистий прибуток, тис. \$	371377,25	310908,42

З наведених даних видно, що скорочення експлуатаційних витрат супроводжується скороченням чистого прибутку приблизно на однакову частку в 10–12 %. Це можна пояснити тим, що в прийнятому техніко-економічному обґрунтуванні для ГЗК відсутня різниця в експлуатаційних витратах на видобуток та збагачення більш якісних руд, значення яких, як для руд з бортовим вмістом 5 та 10 %, є однаковим. Є різниця також у показниках виходу флюоритового концентрату, кількість якого змінюється для наведених прикладів на 2,7 %. Це збільшує річний прибуток підприємства на \$2,1 млн, що складає 0,6 %, але не компенсує втрат від скорочення запасів корисних копалин.

Прояви флюоритової мінералізації Суцано-Пержанської зони

В Суцано-Пержанській зоні виявлені декілька перспективних проявів флюориту: *Центральний, Яструбецький, Західно-Яструбецький*.

Центральний прояв локалізований в метасоматитах Суцано-Пержанської зони, в західному ендо- і екзоконтакті *Яструбецького* масиву, рудна зона (площа – приблизно 1 км²) прослідковується в південно-західному напрямку майже на 3 км за шириною 0,5 км. Вмісні породи – біотит-польовошпатові та польовошпатові метасоматити, мікроклініти, до яких приурочена фтор-цирконій-рідкісноземельна акцесорна мінералізація. Найбільш широко вона

розвинута у кварц-біотит-мусковітових грейзенах і мікроклінізованих сієнітах. Флюоритова мінералізація супроводжує зони грейзенізації пержанських гранітів – заміщення кварцом і серицитом польових шпатів і плагіоклазитів та на завершальній стадії – флюоритизація. Рудні тіла пласто- та лінзоподібної форми, потужністю від перших сантиметрів до 25 м, простежуються до 850 м по горизонталі та на 70–110 м за падінням. Рудоносні зони просторово пов'язані з тектонічними порушеннями (рис. 3.23).

Основними мінералами є флюорит, циркон, циртоліт, бастнезит, паризит, монацит, ксенотим. Вміст флюориту змінюється від перших відсотків до 53,8 %, переважають значення 25–32 %, середній вміст – 28 %. Флюорит утворює гнізда та прожилки у кварц-польовошпатовій масі, він порівняно чистий від включень первинних мінералів. Вміст польових шпатів у руді: мікроклін – 17–40 %, альбіт – 11–25 %. Флюоритові руди містять рідкісноземельні елементи, переважно ітрієвої групи (табл. 3.32). Ітрій концентрується у флюориті (входить до структурної комірки флюориту у вигляді твердого розчину, ізоморфно заміщуючи кальцій) – 0,55 % елементарного складу та цирконій – 3,23 % елементарного складу.

Таблиця 3.32

Проби	Склад флюоритової руди			Y/TR
	Вміст, %			
	CaF ₂	∑ TR	Y	
ГТ-1	25,41	0,16	0,054	0,34
ГТ-2	26,75	0,16	0,052	0,33
ГТ-3	31,13	0,18	0,055	0,31
ГТ-4	32,18	0,17	0,061	0,36
ГТ-5	16,17	0,125	0,035	0,28

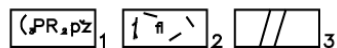
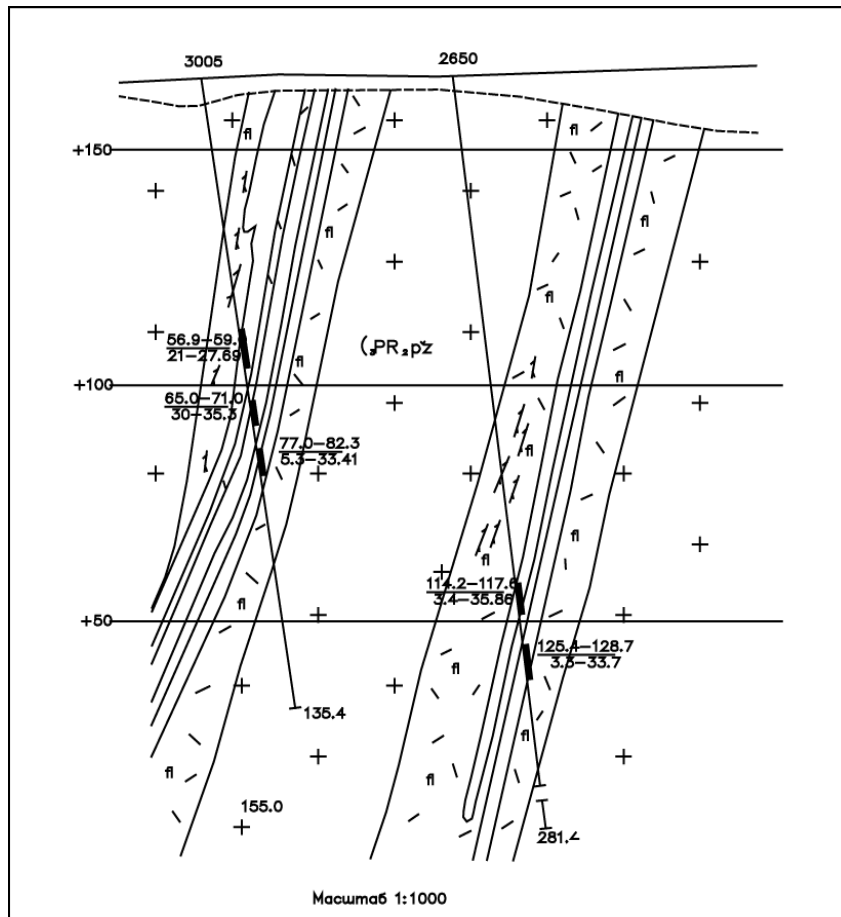


Рис. 3.23. Геологічний розріз Центрального рудопояву флюориту [Гурський та ін., 1995]

1 – граніти пержанські середньозернисті масивні з голубим кварцом;

2 – зони грейзенізації з флюоритом; 3 - ітро-флюоритові руди;

77.0-82.3 – інтервали перетину свердловинами рудних тіл

5.3-33.41 – стволова потужність рудних тіл і середній вміст флюориту

Ресурси ітрофлюоритових руд *Центрального* рудопояву за категорією P₂ оцінені в 4 млн т (відповідно ітрофлюориту – 1,1 млн т, рідкісноземельних елементів – 3,5 тис. т), польовошпатових концентратів – в 1,8 млн т. При комплексному використанні руд розробка родовища в

Суцано-Пержанській зоні може бути високорентабельною, особливо зважаючи на те, що ціна флюоритового концентрату, що містить ітрії і лантаноїди до 0,3–0,5 %, значно вища, ніж концентрату чистого флюориту тієї ж марки. Проте необхідна дорозвідка рудопрояву.

Зараз ДРГП “Північгеологія” проводить пошуково-оцінювальні роботи на флюорит в межах *Центральної ділянки Суцано-Пержанської зони*. В центральній частині ділянки пройдено колонкові свердловини для виявлення і простеження рудної зони за падінням та за простяганням. Зона представлена польовошпат-флюоритовими метасоматитами з вмістом флюориту 10–25 %, максимальний його вміст сягає 80 %.

Яструбецький рудопрояв знаходиться в північно-східній частині однойменного масиву сієнітів. Флюорит та рідкісні елементи локалізовані в основному в грейзенізованих кварц-слюдяних сланцях, мігматитах. Найбільші концентрації флюориту (до 50 %) зафіксовані в темнозбарвлених мусковітових сланцях. Прояв є комплексним флюорит-цирконієво-рідкісноземельним. Флюоритова мінералізація представлена прожилками, лінзами, згідними зі сланцюватістю порід або січними до неї. Потужність прожилків 2–5 мм, зрідка 1–5 см. Вони невитримані, часто змінюються вкрапленістю флюориту. Зони флюоритизації мають потужність до 55–90 м, але концентрації CaF_2 низькі (від 1–2 до 10 %). Зустрічаються інтервали з підвищеним вмістом флюориту (від 17–25 до 44 %), але потужність таких збагачених ділянок складає не більше 1–2 м.

Західно-Яструбецький рудопрояв розміщений в західному екто-ендоконтакті *Яструбецького масиву*. Вмісні породи – граніти, сієніти, що зазнали інтенсивної мікроклінізації. Флюоритова мінералізація тут переважно прожилково-вкраплена. Потужність окремих флюоритових тіл від 0,1–0,5 до 20 м. Вміст CaF_2 від перших відсотків до 10–12 % (іноді до 50 %) (Г.И.Кириллов, Э.Я.Жовинский, 1994 г.]. Припускається меридіональне простягання зони флюоритизації як північне продовження рудоносної зони, що вміщує *Центральний рудопрояв*.

Прояви флюоритової мінералізації Кіровоградського рудного району

Протягом довгого часу вважалося, що в межах УЩ не може бути значних проявів флюориту, оскільки на щиті поширені переважно ультраметаморфічні породи, не сприятливі для накопичення флюориту в значних кількостях. Тому довгий час цілеспрямовані пошуки плавикового шпату на щиті не проводилися, хоча на інших щитах відомі великі родовища флюориту (*Наугарзан* в Східних Саянах, *Фра-Кристобаль*, *Рендж-Межина*, *Іглет* в Канаді), зосереджені в зонах глибинних розломів, що пересікають глибоко метаморфізовані комплекси раннього докембрію.

Вивчення великих глибинних розломів УЩ дозволило виділити ряд перспективних ділянок для пошуку флюоритових тіл, зокрема показано, що найперспективнішими є місця зчленування різнонаправлених тектонічних зон. В межах *Кіровоградської* тектонічної структури закартовані декілька таких вузлів: зчленування *Бобринецько-Компаніївського* розлому та *Кіровоградсько-Черкаської* структури; перетин *Бобринецько-Компаніївського* розлому та північно-східної тектонічної зони поблизу м. Компаніївка, де й був виявлений флюорит (А.Л.Фалькович, 1988 г.).

У 1980 р. В.К.Титовим в *Бобринецькій* гілці *Кіровоградсько-Черкаської* зони розломів було виявлено *Бобринецький* прояв флюориту (хоча перші мінералогічні знахідки флюориту в межах *Бобринецького* масиву мали місце ще в 1968 р.), показано, що вся зона розлому перспективна на плавикий шпат [Первая находка..., 1981]. У подальшому мінералізація цього району вивчалася співробітниками ІГФМ НАН України, де був розроблений новий метод пошуків флюориту – фторометричне опробування з наступним атомно-десорбційним аналізом (Г.И.Кириллов, Э.Я.Жовинский, 1994 г.).

Бобринецький прояв (рис. 3.24) знаходиться в центрі промислового району з добре розвинутими металургійною та хімічною промисловістю, в межах двох великих структур – *Новоукраїнського* антиклінорію та *Ігуло-Ігнулецького* синклінорію. Нижній структурний поверх представлений сильно дислокованими утвореннями палеопротерозою, верхній – горизонтально залягаючими мезокайнозойськими континентальними та морськими відкладами. Кристалічні породи докембрію представлені магматичними і метаморфічними утвореннями, що складають фундамент з пологим нахилом його поверхні у бік *Причорноморської* западини. Вмісними породами слугують катаклазовані та мілонізовані метасоматично змінені гранітоїди (різновиди цих порід – мікроклін-альбітові, хлорит-гематит-мікроклінові).

Зона мінералізації має загальну потужність 800 м і простежена за простяганням на 4,6 км. В межах цієї потужної зони виділені локальні структури з вмістом CaF_2 близьким до промислових – від 3 до 27,6 %. Морфологія рудних тіл складна. Трапляються крутопадаючі жили з роздувами та пережимами, які простежуються до глибини 300 м, плито- і лінзоподібні тіла, що супроводжується апофізами та паралельними жилами, зони штокверкового прожилкування (А.Л.Фалькович, 1988 г.).

Флюорит *Бобринецького* прояву характеризується агрегатно- та концентрично-зональною будовою, чергуванням різнозбарвлених смуг – фіолетових, жовтих, білих, зелених. Крім флюоритової, присутні сульфідно-поліметалічна і мідно-срібна мінералізація, відмічено підвищені вмісти Mo, Pb, Sn, Cu, Au, Ag. До шкідливих домішок належать SiO_2 (до 0,04 %), P (0,24 %).

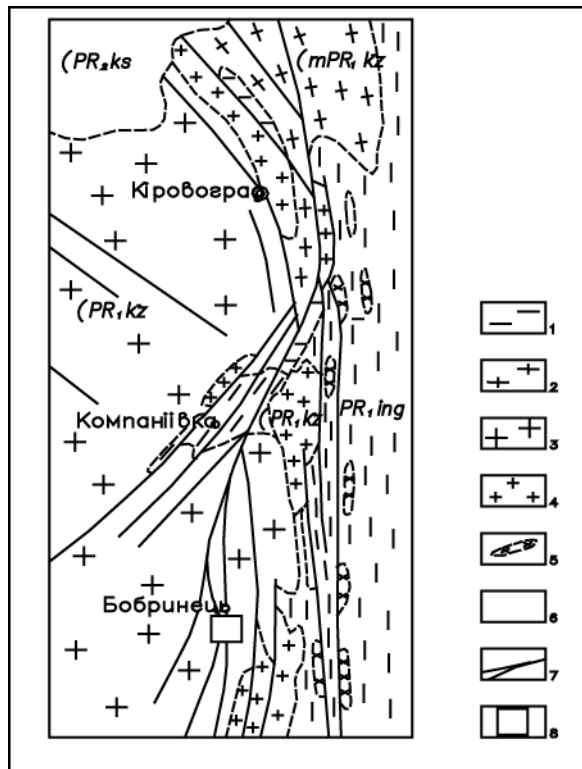


Рис. 3.24. Схема геологічної будови району Бобринецького прояву [Первая находка..., 1981]

1 – гнейси інгульської серії; 2 – мігматити; 3 – крупнозерністі порфіровидні і трахітоїдні граніти; 4 – середньозерністі граніти; 5 – апліто-пегматоїдні граніти; 6 – габро, анортозити, граніти рапаківі коростенського комплексу; 7 – зони розломів; 8 – Бобринецький рудопрояв флюориту

Бобринецький прояв флюориту відносять до кварц-флюоритового типу з домішками сульфідів; за походженням він є гідротермальним. Вважається, що флюорит є результатом циркуляції по тектонічних зонах флюїдів, насичених фтором у зв'язку з тектоно-магматичною активізацією (ТМА) УЩ в палеопротерозої. Прогнозні ресурси руди прояву за категорією P_3 становлять 4 млн т, за категорією P_2 – 1,7 млн т, а *Бобринецько-Компаніївської* зони у цілому – 18,6 млн т.

Прояви та родовища плавикового шпату Східного Приазов'я

Ряд перспективних щодо флюоритової мінералізації структур розташовані у **Приазовському блоці УЩ**: *Петрово-Гнутівський* прояв, *Кальміуська* тектонічна зона та ін.

Петрово-Гнутівський прояв розташований в долині р. Кальміус між селищами Петровське та Гнутово в 18–20 км від м. Маріуполя. Перші знахідки флюориту в цьому районі були зроблені ще в 1940–х рр. Донецькою комплексною експедицією (В.И.Кузьменко, 1940 г.). В лужному масиві р. Кальміус було виявлено декілька флюоритових та флюорит-карбонатних жил серед гранітів і сієнітів, пов'язаних з тріщинами і зонами тріщинуватості меридіонального напрямку (рис. 3.25). Прояв представлений однією порівняно потужною (0,5–2,85 м) флюорит-карбонатною жилою та декількома флюоритовими жилами незначної потужності.

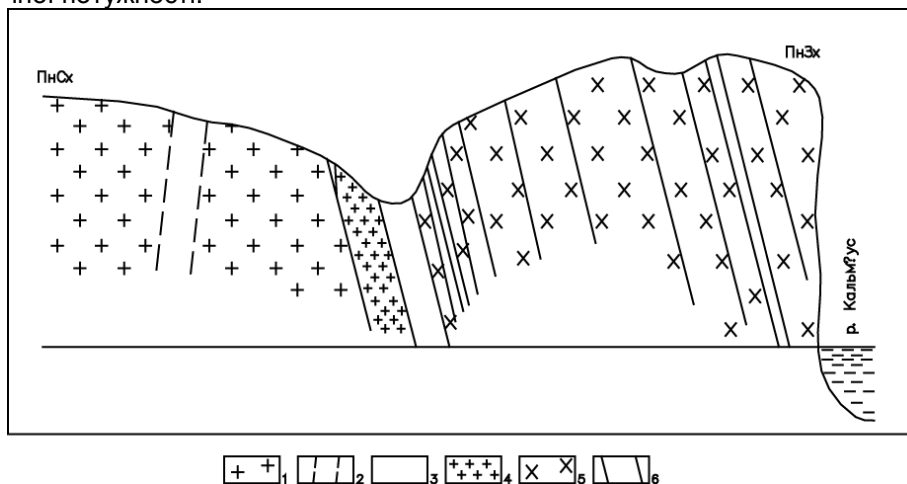


Рис. 3.25. Схематичний геологічний розріз Петрово-Гнутівського прояву [Панов, 1981]

1 – аляскітові граніти; 2 – катаклазити; 3 – прожилки егірину та лужних амфіболів; 4 – польовошпатово-жильна порода; 5 – граносієніти; 6 – карбонатно-флюоритова жила.

Основна флюорит-карбонатна жила виходить на поверхню в обриві лівого схилу р. Кальміус в 1,5 км від с. Петровське. Вона простежується за простяганням на 270 м. У складі жили беруть участь флюорит, кварц, халцедон, сульфідні (сфалерит, галеніт, халькопірит, пірит та ін.). Головними жильними мінералами є карбонати та флюорит.

Серед карбонатів переважає кальцит, який знаходиться у тісному зростанні з паризитом. Останній утворює скупчення, лінзи, гнізда розміром 0,8 × 0,6 см, на фоні кальциту трапляється у вигляді дрібних зерен та плям. Вміст паризиту в рудних тілах становить від 25 до 75 %, вміст рідкісних земель – у середньому 38,2 %. Припускається, що частка збагаченої рідкісноземельної флюорит-карбонатної породи складає близько 8–10 % від загальної жильної маси.

Флюорит утворює гнізда, лінзи, смуги шириною до 0,7 м серед карбонатів. Середній вміст флюориту в руді складає 9 %, запаси руди оцінені в 28,5 тис. т. На думку дослідників розробка прояву є нерентабельною навіть за умови супутнього вилучення плавикового шпату під час видобутку рідкісноземельних елементів та поліметалів (Ф.Д.Полконин, 1946 г.).

В **Кальміуській тектонічній зоні** виявлено декілька рудопроявів флюориту на ділянках “Дружба”, *Чермалик-І* та ін.

Ділянка “Дружба” межує на півночі з Петрово-Гнутівським проявом. Рудне тіло представлено круто падаючою на захід жилою кварц-карбонат-флюоритового складу (з рідкісноземельною мінералізацією) невитриманої потужності (від 0,1 до 1,0 м), протяжністю 60 м [Панов, 1981]. Практичного інтересу прояв не має.

Ділянка *Чермалик-І* розташована на лівобережжі Кальміуського водосховища в 0,5 км від с. Заможне. Тут розміщений відомий з 1940-х років флюоритовий рудопрояв, який являє собою жилу потужністю 0,2–0,5 м меридіонального простягання, протяжністю 20 м. Вміст флюориту сягає тут 10 %, рідкісних земель – 0,1 %. Масштаби зруденіння через недостатній обсяг робіт невизначені.

В зоні зчленування **Донбасу з Приазов'ям** відоме *Покрово-Кириївське* родовище, пошукові роботи на флюорит проводились на ділянках *Войківська*, *Водяна Балка* та ін. (рис. 3.26).

Покрово-Кириївське родовище знаходиться в зоні зчленування **Донбасу** і **Приазовського** мегаблоку, у *Волноваській* зоні розломів [Зарицкий и др., 1973; Зарицкий, Соловьев, 1973]. Плавиковошпатові руди сформувалися в результаті гідротермально-метасоматичних процесів у товщі вапняків нижньокам'яновугільних відкладів візейського й турнейського ярусів. Потужність розкритих порід від 80 до 190 м. Родовище представлене трьома рудними тілами: *Головним*, *Північним* і *Південним* (рис. 3.27).

Головне тіло лінзовидної форми, довжиною 250 м, шириною 70–180 м, потужністю 4,4–70 м (середня 40 м), падіння 25–30° на захід, простягання меридіональне, згідне з вмісними породами.

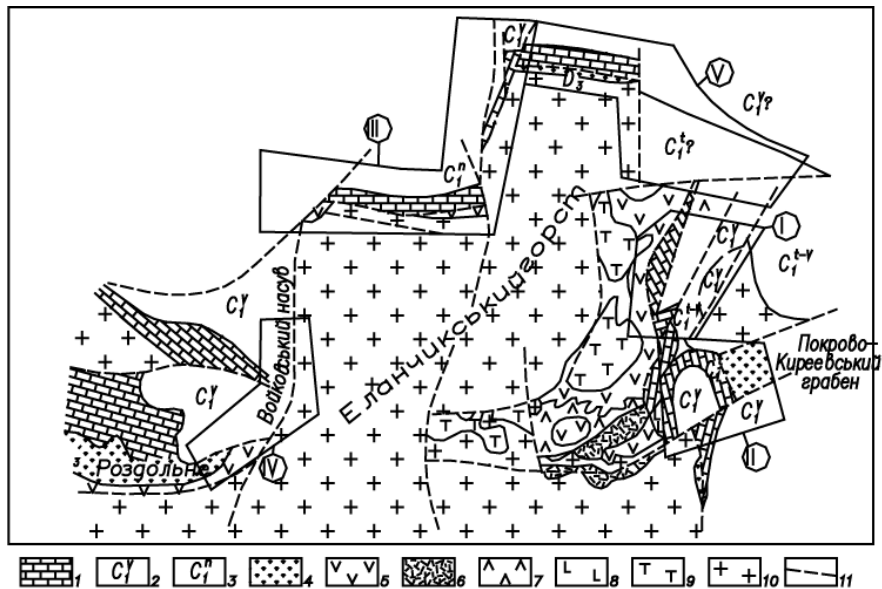


Рис. 3.26. Схема тектонічної будови зони зчленування складчастого Донбасу і Приазовського блоку УЩ [Лазаренко та ін., 1975]

1 – карбонатна товща C_1^1 ; 2 – карбонатно-теригенна товща C_1^2 ; 3 – теригенна товща C_1^3 ; 4 – девонські пісковики, аргіліти, алевроліти; 5 – девонські палеобазальти; 6 – малініти, нефелінові сієніти; 7 – ортофіри, кератофіри, ортоклази; 8 – андезити, трахіандезити; 9 – піроксеніти; 10 – граносієніти; 11 – тектонічні порушення

Цифрами показані: I – Вишнева ділянка; II – Покрово-Кириївський грабен; III – Колосківська ділянка; IV – Войківська ділянка; V – Північне обрамлення Еланчиківського горсту

Відомо два типи руд: корінні, пов'язані з вапняками турнейського ярусу і делювіально-пролювіальні дезинтегровані руди потужністю 1,0–30,6 м в нижній частині верхньоюрських – нижньокрейдових туфогенних глин. Корінні руди представлені двома підтипами: карбонат-флюоритовим, що утворився в результаті заміщення флюоритом вапняків (вміст CaF_2 в середньому 65 %) і карбонат-польовошпат-флюоритовим – продуктом флюоритизації магматичних порід (середній вміст CaF_2 – 45 %).

Текстури руд масивні, смугасті, брекчієвидні, прожилкові. Плавиковий шпат дрібнокристалічний з індивідами до 1 мм, фіолетовий, рідше – блідо-зелений. Характерна тісна асоціація з кальцитом. Руди вміщують також карбонати, польові шпати (альбіт, калішпат), кварц, серицит, хлорит, каолінит, кіновар, пірит, галеніт та ін.

Виділяють руди: багаті карбонатно-флюоритові, що не потребують збагачення (CaF_2 – 73–83 %), придатні для одержання металургійних марок ФК-75, концентратів ФК-95 (Са 95 %) і ФК-85; рядові карбонатно-флюоритові (CaF_2 – 38–71 %) і карбонат-польовошпат-флюоритові (CaF_2 – 54,3 %), а також вивітрілі, що складають своєрідний "капелюх" над корінними рудами. Такі руди потребують збагачення флотаційним методом. Родовище відноситься до середньотемпературного гідротермально-метасоматичного типу. Температурний режим мінералоутворення – 300–100 °С.

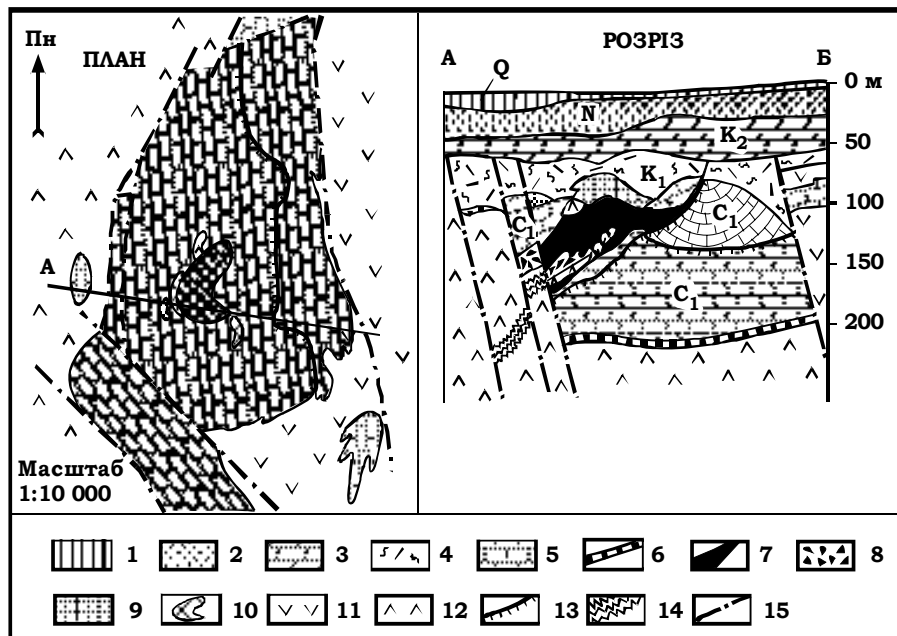


Рис. 3.27. План і розріз Покрово–Кириївського родовища флюориту [Неметалічні..., 2008]

1 – суглинки і глини червоно-бурі; 2 – неогенові піски з прошарками глин; 3 – верхньокрейдові мергелисті пісковики; 4 – нижньокрейдові глини з прошарками бокситів; 5 – нижньокам'яновугільні вапняки; 6 – кварцитоподібні пісковики; 7 – руда флюорит-карбонатна; 8 – руда карбонат-польовошпат-флюоритова; 9 – кора вивітрювання рудного тіла; 10 – вихід головного рудного тіла на домезозойську поверхню; 11 – андезити; 12 – кератофіри; 13 – насуви; 14 – зони прожилкової мінералізації; 15 – скиди

Запаси родовища за категорією С₁ складають 1927 тис. т руди (CaF₂ – 1231 тис. т), С₂ – 300 тис. т (CaF₂ – 167 тис. т). Родовище не розробляється.

Покрово-Кириївське родовище за запасами корисної копалини відноситься до середніх, за вмістом флюориту – до багатих, за технологічними властивостями його руди є легкозбагачуваними, за економічними умовами родовище розміщене у легкодоступному районі, поблизу індустриальних металургійних центрів України. Проте через складні гідрогеологічні та інженерно-геологічні умови розробки, можливість прориву води в гірничі виробки питання про освоєння не вирішене, родовище рекомендовано виключити з Державного балансу запасів та перевести до резерву Державного фонду родовищ як таке, що не підготовлене до промислового освоєння. Справа в тім, що за підрахунками при веденні очисних робіт відкритим способом приток води складатиме 1200–1300 м³/рік, за умовами розробки підземним способом – 700–800 м³/рік. Крім того район родовища належить до територій, де відчувається гостра нестача води як для технічних, так і для побутових потреб.

На **Войківській ділянці** виявлені дві зони північно-західного простягання, де встановлена кварц-кальцитова мінералізація з рідкісною вкрапленістю флюориту.

На **ділянці Водяна Балка** виявлені чисельні прояви флюориту гідротермально-метасоматичного та прожилкового типу на площі 1,5 км² [Стремовский, 1980].

Геолого-економічна оцінка Покрово-Кириївського родовища флюориту

Покрово-Кириївське родовище знаходиться на півночі від с. Кумачево Старобешівського району Донецької області. Поблизу родовища проходить залізниця Кумачево-Донецьк. Землі, на яких розташоване родовище, не відносяться до орних. Енергетична система в районі родовища представлена високовольтними лініями Доненерго. Безпосередньо через територію родовища проходить лінія електропередач в 10 тис. вольт. Вигідне географо-економічне положення виділяє його серед інших родовищ флюориту.

Покрово-Кириївське родовище виявлено в результаті пошуково-розвідувальні робіт 1958–1959 рр., попередньо розвідано в 1960-ті рр. В результаті цих робіт були вивчені основний рудний поклад і ціла низка дрібних рудних тіл, підраховані їхні запаси.

Гірничо-геологічні умови та гірничотехнічні особливості розробки родовища

Родовище представлено одним крупним рудним покладом в центральній частині рудного поля і двома дрібними покладами на північному та південному флангах.

Основне рудне тіло – це гідротермально-метасоматичний поклад складної морфології, який залягає у вапняках і переkritий покладом делювіально-пролювіальних вивітрілих руд. Його потужність коливається від декількох метрів до 80–120 м, довжина за простяганням дорівнює 250 м, ширина коливається від 70 до 180 м [Зарицкий, Стрёмовский, 1966]. З західного боку він обмежений *Другим Західним* та *Основним* розломами. Крім тектонічних порушень, що обмежують рудний поклад на флангах, в його межах спостерігаються також пострудні насуви.

З основною рудною зоною межують багато дрібних, потужністю близько 1 м, флюоритових зон, які також мають промислову цінність.

На території родовища розвинуті два основних структурно-геологічних поверхи, які складені різними за фізичними властивостями породами. Верхній поверх – мезокайнозойський, потужністю приблизно 100 м, складений слабо зцементованими піщано-глинистими утвореннями. Нижній – палеозойський, в якому локалізоване рудне флюоритове тіло, складений відносно міцними породами – вапняками, ортофірами, андезитами. Для обох поверхів характерна наявність потужних водоносних горизонтів, а для нижнього – також потужних зон дроблення. Рудне тіло відрізняється досить складною формою, розміщено безпосередньо під породами мезокайнозою, причому в його верхній частині зосереджені найкращі за якістю руди металургійного сорту.

Четвертинні відклади представлені суглинками та глинами, ускладнені інженерного характеру вони не мають. Неогенові піски мають пливучі властивості і є нестійкими, що не сприяє шахтному способу розробки. Крейдові відклади є більш стійкими з порівняно високою механічною міцністю. В туфогенній товщі та відкладах карбону також ускладнень не виявлено. Виключенням є породи в зонах порушень, механічні властивості яких значно погіршені. У випадку експлуатації родовища підземним способом певні ускладнення можуть виникнути під час виїмки перевідкладеного флюориту, безпосередньо в кривлі якого залягає туфогенна глина, яка може в таких випадках відшаруватися та обвалюватися. Треба зазначити необхідність ізоляції всіх водоносних горизонтів при будь-якому способі розробки.

Водоносні горизонти приурочені до неогенових пісків, верхньокрейдових пісковиків та вапняків нижнього карбону. При веденні розробок відкритим способом величина притоку води в котлован в період підготовчих робіт складатиме з неогенових пісків – 500 м³/год., з верхньок-

рейдових пісковиків – 700 м³/год., з карбонатної товщі – 1100 м³/год. (А.М.Стремовский, В.В.Галицкий, 1973 г.; А.М.Стремовский и др., 1977 г.). За складністю геологічної будови і гідрогеологічних умов (водоприроди в експлуатаційні виробки більше 1000 м³/добу) родовище можна віднести до IV групи [Хмара, 1999]. Під час проведення експлуатаційних робіт з метою покращення інженерно-геологічних умов верхньокрейдові та неогенові води необхідно перехоплювати спеціальними водозбірними траншеями на поверхні глин по всьому периметру котловану. Треба зазначити, що води названих горизонтів, крім вод четвертинних відкладів, мають відносно невисоку мінералізацію та можуть бути використані для технічних потреб.

Речовинний склад та технологічні властивості плавиковошпатових руд родовища

Промислова флюоритова мінералізація *Покрово-Кириївського* родовища приурочена до вапняків турнейського ярусу, де утворює гідротермально-метасоматичний поклад складної форми, що нагадує лінзу. В залежності від первинного складу вмісних порід виділяються карбонат-флюоритові та карбонат-польовошпат-флюоритові руди. Перші виникли при гідротермальному заміщенні вапняків, а другі – при флюоритизації кератофірів і цементації їх уламків флюоритом. Найбільш високоякісні, природно збагачені глинисто-карбонатно-флюоритові руди локалізовані в корі вивітрювання головного рудного тіла. Таким чином, в генетичному відношенні *Покрово-Кириївське* родовище флюориту належить до флюоритового гідротермального епітермального малосульфідного типу та типу кори вивітрювання.

Рудам родовища притаманні:

- низька роль кременевої кислоти в рудоутворювальних розчинах, незначний вміст кварцу;
- низький вміст в рудах сульфідів заліза та поліметалів;
- високий вміст фтористого кальцію і наявність в верхній частині рудного тіла багатих руд плавикового шпату;
- майже постійна присутність в рудах, особливо в карбонатно-флюоритових, органічної речовини.

Виділяються три мінералогічних типи руд: карбонатно-флюоритовий (59 %), карбонат-польовошпат-флюоритовий (22 %) та делювіально-пролювіальний (19 %).

Карбонатно-флюоритові руди складаються з таких мінералів:

- флюорит – 50–75 % (до 90–95 %);
- карбонати – 45–20 % (переважає кальцит, вміст доломіту – 5–10 %, зустрічається сидерит);
- польові шпати (в основному калієві);
- кварц;
- рудні мінерали (пірит, рідше сфалерит, галеніт, халькопірит);

- органіка та інше.

Флюорит утворює дрібні кристали (0,008–0,1 мм), які тонко зростають з кристалами кальциту або наповнені його тонкими зернами. Інколи зустрічається у вигляді крупних кристалів (до 0,5 см). Зростання флюориту з тонкозернистим кальцитом настільки тісне, що після всіх стадій збагачення в “хвостах” спостерігається до 20 % кальцит-флюоритових агрегатів.

Флюорит відрізняється підвищеним вмістом Al (близько 1 %), а також Mg, Sr (до 0,1 %). В невеликих кількостях зустрічаються Fe, Ti, Be. Хімічний склад флюориту такий (%): SiO₂ – 0,84; TiO₂ – 0,01; Al₂O₃ – 0,33; Fe₂O₃ – 0,39; CaO – 0,42; MgO – 0,42; SO₃ – 0,33; P₂O₅ – 0,37; H₂O – 0,35; C – 0,04; CaF₂ – 96,28 (А.М.Стремовский, А.И.Пивовар, 1973 г.).

Карбонатно-польовошпат-флюоритові руди характеризуються більш різкими коливанням мінерального складу, ніж карбонатно-флюоритові, що пов'язано з природою цих руд – метасоматично заміщені породи дайкової серії за складом більш різноманітні, ніж вапняки. Їх середній мінеральний склад такий:

- флюорит – 30–60 %;
- польові шпати – 50–20 % (в основному калієві);
- карбонати – 5–30 %;
- сфен, лейкоксен – до 1 %;
- пірит та органіка – десяті частки %.

Флюорит спостерігається у вигляді агрегатів тісно зрощених кристалів. Присутні також Si, Al, Mg, Ca, K, Fe, Na (1 % і більше), Ba, Sr, Ti, Zn (0,1 %) та ін.

Делювіально-пролювіальні руди мають особливий мінералогічний склад і особливі умови розташування. Це первинні руди, сильно зруйновані в процесі вивітрювання і збагачені піщано-глинистим матеріалом. Як правило, це рихла, на відміну від перших двох типів, піщано-глиниста маса з дрібними зернами або агрегатами зерен флюориту. Тут присутні також поодинокі зерна кварцу (до 1–2 мм). Домішки піщано-глинистого матеріалу часто сягають 60–70 %. Вміст карбонатів в рудах незначний – до 1 %, що пояснюється їх вилуговуванням підземними водами. Польові шпати в рудах сильно каолінізовані. З генетичної точки зору вони є корою вивітрювання рудного тіла.

Технологічний тип руд на родовищі один – карбонатно-флюоритовий. За промисловою класифікацією руди належать до малосульфідного флюоритового стратиформного типу та глинисто-флюоритового плащеподібного типу кори вивітрювання.

На родовищі за морфологічними ознаками виділяються декілька типів руд:

- масивні карбонатно-флюоритові метасоматичні руди;
- брекчіїв польовошпат-карбонатно-флюоритові руди;
- прожилкові руди.

Результати попередніх технологічних досліджень показали, що масивні метасоматичні руди з вмістом флюориту близько 70 % збагачуються флотаційним методом з отриманням концентрату I та II сортів з вмістом відповідно 95 та 92 % CaF_2 і сукупним вилученням флюориту 75–80 %; брекчієві руди з вмістом у вихідній руді близько 70 % флюориту збагачуються з отриманням концентрату II сорту з вмістом 92 % CaF_2 і вилученням 80 %. Крім цього, багаті руди (70–75 %) можуть застосовуватися в металургії як флюс під час виплавки сталі та феросплавів без збагачення, якщо використовувати селективний відбір або сортування в невеликому обсязі.

Руди *Покрово-Кириївського* родовища характеризуються високим вмістом флюориту – близько 62,7% та відносно низьким вмістом шкідливих домішок (%): CaCO_3 – 15,4; SiO_2 – 6,35; S – 0,11; P_2O_5 – 0,054. Вміст вказаних компонентів в цілому по родовищу змінюється достатньо істотно.

За сортами флюоритової сировини для промисловості на родовищі виділяють:

- **металургійний сорт**, де середній вміст сягає (%): CaF_2 – 80; CaCO_3 – 7,79; SiO_2 – 2,4; P_2O_5 – 0,05; за мінеральним типом ці руди є високооплавкованими вапняками;
- **рядові руди**, які є сумішшю двох мінеральних типів – карбонатно-флюоритового та карбонатно-польовошпат-флюоритового; середній вміст (%): CaF_2 – 50,5; CaCO_3 – 21,5; SiO_2 – 8,9; S – 0,14; P_2O_5 – 0,057;
- **руди хімічного сорту** (відповідають рудам кори вивітряння) відрізняються найвищою якістю (%): CaF_2 – 85; CaCO_3 – 1,52; SiO_2 – 3,25; S – 0,03; P_2O_5 – 0,046.

Як правило, багаті карбонатно-флюоритові (металургійні) руди складають верхню частину рудного тіла в його центральній частині; руди кори вивітряння (хімічного сорту або делювіально-пролювіальні) розвинуті у верхній частині рудного тіла, перевідкладені у незначній кількості, поширені також в центральній частині родовища; рядові руди поширені на флангах родовища, в основному в нижній частині рудного тіла, причому карбонатно-польовошпат-флюоритові руди переважно розвинуті в його південній частині.

Покрово-Кириївське родовище за запасами корисної копалини відноситься до середніх, за вмістом флюориту – до багатих, за технологічними властивостями – до легкозбагачуваних, за економічними умовами – розміщеним у легкодоступному районі, поблизу індустріальних металургійних центрів України. Проте тут наявні складні гідрогеологічні умови – за підрахунками при проведенні очисних робіт відкритим способом приток води складатиме 1200–1300 м³/год., за умовами розробки підземним способом – 700–800 м³/год [Зарицкий, Стремовский, 1966]. Район родовища належить до територій, де є проблема гострої нестачі води як для технічних, так і для побутових потреб.

Оцінка запасів Покрово-Кириївського родовища

Основне рудне тіло *Покрово-Кириївського* родовища, в якому зосереджено до 87,44 % запасів флюориту, є метасоматичним покладом неправильної форми з різким коливанням потужності.

Для руд родовища кондиції не розроблювалися, а при підрахунках запасів використовувалися вимоги ГОСТ-55 щодо якості сировини. До забалансових руд віднесені руди з мінімальним вмістом 15 % CaF_2 .

За результатами підрахунку запасів багаті руди з вмістом CaF_2 79–86 % складають 54 % всіх запасів (573 тис. т), середні руди з вмістом CaF_2 38–63 % – 44,1 % (168 тис. т). Усього балансові запаси становлять: категорії C_1 – 38,9 % (413 тис. т), C_2 – 59,2 % (628 тис. т); забалансові руди – 1,9 % (19 тис. т) (А.И.Зарицкий и др., 1960 г.; А.М.Стремовский и др., 1977 г.). Як правило, багаті руди відповідають карбонатно-флюоритовому мінеральному типу, середні – польовошпат-карбонатно-флюоритовому. Запаси родовища, затверджені ДКЗ СРСР у 1963 р., наведені в табл. 3.33.

Таблиця 3.32

Балансові запаси руди Покрово-Кириївського родовища (C_1), тис. т			
Сорт руди	Руда	Вміст CaF_2	Флюорит
Багаті руди, придатні до використання без збагачення	593,0	80,98	480,2
Руди, які підлягають збагаченню:			
- вивітрілі	203,8	86,1	175,5
- рядові	1130,3	50,9	575,1
Разом по родовищу балансових запасів трьох сортів руд	1927,1	63,8	1230,8
Руди, не поділені на сорти	299,9	55,8	167,4
Забалансові	161,4	21,87	35,3

3.6. Аналіз оптимальних шляхів розвитку та використання плавиковошпатової сировинної бази в Україні

При оцінці можливого фінансування гірничо-видобувних проектів визначають основні джерела надходження капіталу та можливу участь декількох інвесторів, у тому числі іноземних. Зараз майже в усіх гірничо-видобувних країнах введені обмеження щодо частки іноземного партнера в гірничих проектах. Це один з критичних аспектів оцінки потенційного родовища в країнах, де іноземні інвестиції обмежені і де, як правило, практично неможливо знайти національних партнерів, здатних фінансувати проект самостійно.

Основними формами інвестиційного забезпечення підприємств видобувної промисловості є: акціонування, довгострокове кредитування, самофінансування, лізинг [Шумилин, 1997].

Акціонування – одна з форм концентрації і централізації капіталів. Акціонерні товариства складають основну форму сучасних великих підприємств. Ця форма дозволяє мобілізувати вільні кошти підприємств, організацій, особистий капітал і заощадження громадян для створення нових, розширення і модернізації вже існуючих виробництв, швидко перерозподіляти фінансові та матеріальні ресурси і отримувати максимальну ефективність їх використання. Акціонерний капітал вважають залученим капіталом, який належить акціонерним товариствам, а не окремим акціонерам.

Довгострокове кредитування здійснюється щодо придбання основних фондів підприємства. Такі кредитні відносини дають можливість боржнику здобути гроші раніше, ніж з обігу після реалізації готової продукції. Основою відносин є кредитна угода, яка передбачає терміни та порядок погашення і використання кредиту, відсотки та форми зобов'язань.

Самофінансування може здійснюватися після отримання прибутків від реалізації випущеної продукції. Ця форма передбачає рентабельну роботу підприємства та формування структури грошових фондів. Основними джерелами самофінансування є: прибуток після вилучення з нього податків та інших платежів до бюджету, внутрішні фінансові резерви, пайові внески, випуск цінних паперів.

Лізингове інвестування – різновид орендних довгострокових відносин, що реалізується через оренду машин, обладнання, транспортних засобів, виробничих споруд, які надаються за договором оренди юридичним чи фізичним особам за певну плату у тимчасове користування.

Основними джерелами фінансування промислових об'єктів в Україні були [Інвестиційний клімат..., 2002]:

- власні кошти підприємств та організацій – 66,8 %;
- кошти Державного бюджету – 5,3 %;
- кошти іноземних інвесторів – 4,3 %;
- кредити банків – 4,3 %;
- кошти місцевих бюджетів – 4,1 %.

Під час оцінки можливих шляхів інвестування підприємства на базі *Бахтинського* родовища флюориту необхідно брати до уваги, що плавиковий шпат є стратегічним видом мінеральної сировини, який необхідний для забезпечення сталого функціонування підприємств гірничо-металургійного комплексу. Промислове освоєння цього родовища зазначене в переліку важливих завдань, виконання яких є пріоритетним для названих галузей промисловості України. Через це можливе виділення частки необхідних капіталовкладень з бюджетних коштів, проте існуючі складності державного фінансування промислових об'єктів вимагають знаходження інших джерел. Ними могли б виступити вітчизняні металург-

гійні підприємства, які є головними споживачами плавиковошпатових концентратів в Україні і до того ж є основними суб'єктами валютних надходжень завдяки експорту своєї продукції. Найбільші підприємства чорної металургії України наведені в табл. 3.34 [Металлург-инфо..., 2004].

Таблиця 3.34

Основні металургійні підприємства України та їх частка у сукупному виробництві продукції станом на січень-листопад 2003 р.

Підприємство	Частка у виробництві, %			Середнє значення %
	сталі	готового прокату	чавуну	
"Криворіжсталь"	19,1	21,6	20,4	20,4
ММК ім. Ілліча	17,4	17,0	16,7	17,1
"Азовсталь"	14,3	15,8	14,7	14,9
"Запоріжсталь"	11,8	12,4	11,0	11,7
Алчевський МК	9,3	9,4	8,8	9,2
Дніпровський МК	8,5	9,6	9,7	9,2
Єнакієвський МК	6,1	2,1	6,9	5,0
МЗ ім. Петровського	3,3	3,8	4,4	3,8
Макіївський МК	2,7	1,9	3,0	2,5
Донецький МЗ	2,4	1,7	3,7	2,6
Нижньодніпровський ТПЗ	1,8	0,7	-	0,8
"Істіл"	1,8	2,2	-	1,3
"Дніпроспецсталь"	0,9	0,7	-	0,5
Україна, % (тис. т)	100 (33597)	100 (26550)	100 (26951)	100

Навіть якщо враховувати лише ціну за плавиковошпатову продукцію (без транспортних витрат), то ці підприємства витрачають щонайменше приблизно \$4,5 млн на ці потреби. Точніше значення цих витрат оцінити важко, оскільки наявні офіційні дані враховують лише кількість флюоритових концентратів, яка надходить на ці підприємства, і помножується на середнє значення ціни на відповідну продукцію на Лондонській біржі.

У інвестуванні можливого гірничо-збагачувального підприємства не виключена також участь іноземного капіталу. Так, ВАТ "Азовсталь" повністю інвестується капіталом з Австрії; Єнакіївський металургійний завод "ТОВ СП "Метален" на 25 % залежить від надходження іноземних інвестицій; ЗАТ "Металургійний завод Істіл-Україна" повністю проінвестований англійською компанією та ЄБРР. Участь іноземних партнерів визначається чинним законодавством України і регулюється Конституцією України, Законом України про надра та іншими законодавчими актами [Відомості..., 1994]. Іноземним юридичним особам і громадянам надра у користування надаються на конкурсній основі на підставі контрактів, порядок укладання яких визначається Кабінетом Міністрів України. Можливі випадки, коли користувачем надр виступає спільне підприємство за участю іноземних осіб і громадян. Тоді спеціальним комітетом та користувачем надр, з метою більш повного захисту державних інтересів, розробляється Ліцензійна угода.

3.7. Побудова геолого-економічних моделей родовищ плавикового шпату на початкових етапах їх вивчення

Ранжування родовищ плавикового шпату доцільно проводити за головними факторами, які визначають їх промислову цінність. В першу чергу, це кількість та якість запасів корисних копалин і решта гірничо-геологічних та техніко-технологічних чинників, які в результаті визначають економічну ефективність освоєння родовищ. На рис.3.28 графічно наведені співвідношення для величини запасів і вмісту CaF_2 для деяких вітчизняних і закордонних родовищ.

Більшість проявів і родовищ України віднесені за якістю руд до рядових (CaF_2 менше 35%), лише *Покрово-Кириївське* родовище належить до групи з середніми і багатими рудами. За кількістю запасів об'єкти вітчизняної МСБ плавикового шпату віднесені до дрібних та середніх (менше 5 млн т), за винятком *Бахтинського*, яке вважається дуже крупним із запасами приблизно 17 млн т.

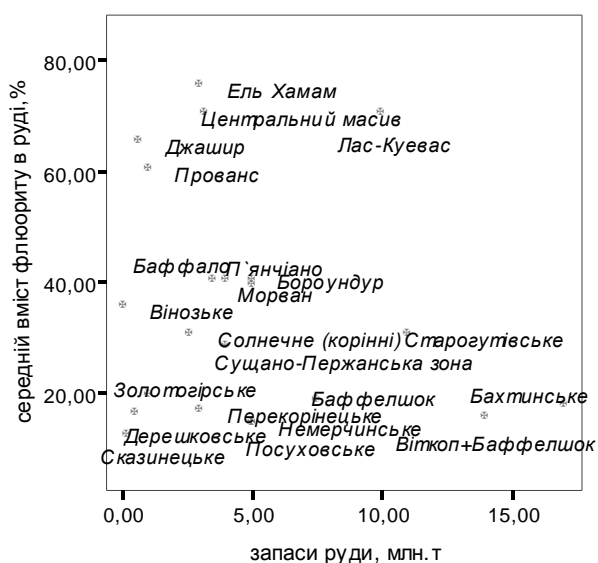


Рис.3.28. Ранжування родовищ і проявів плавикового шпату за співвідношенням кількості і якості запасів

Щодо якісних характеристик вітчизняних проявів і родовищ до групи середніх руд за вмістом CaF_2 належать прояви *Вінозький*, *Кривохиженці* (*Бахтинське* рудне поле) та *Покрово-Кириївське* родовище (рис. 3.29).

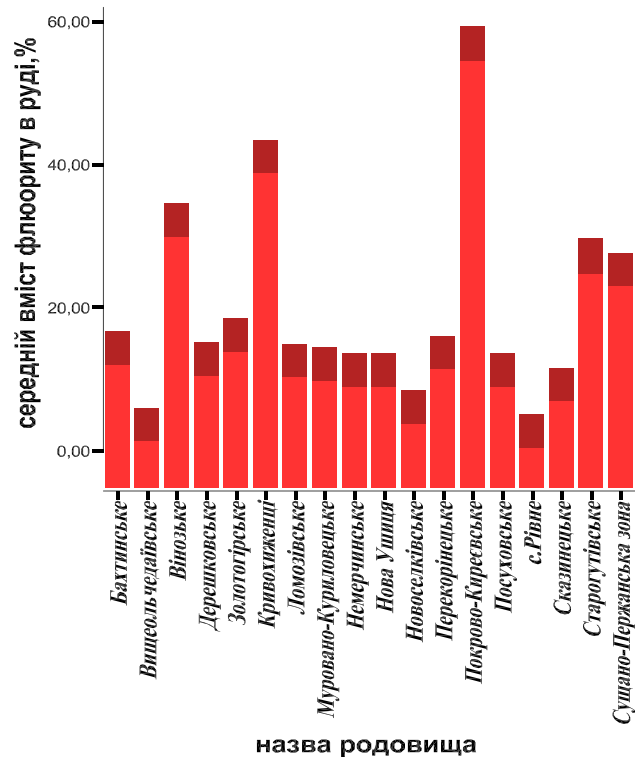


Рис. 3.29. Ранжування вітчизняних провів і родовищ флюориту за вмістом CaF_2

За розрахованою вартістю прогнозних і перспективних ресурсів до найбільш перспективних належать прояви *Суцано-Пержанської* зони та *Східного Приазов'я*, що пояснюється більш високою детальністю геологічного і техніко-економічного вивчення, а також більшим вмістом CaF_2 (рис. 3.30).

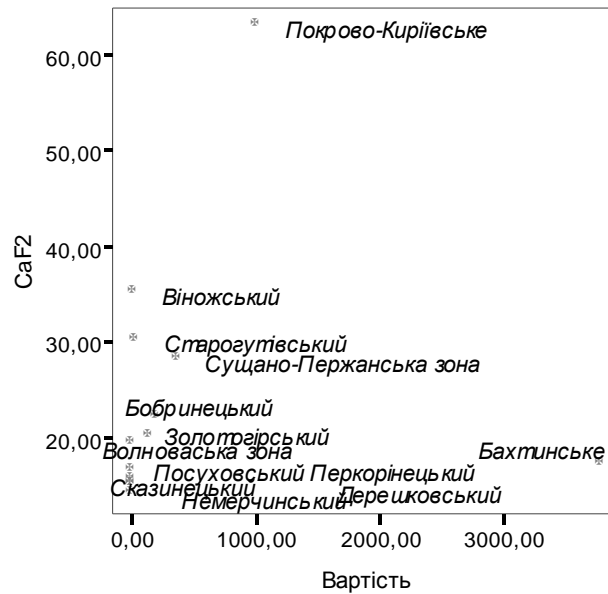


Рис. 3.30. Ранжування вітчизняних родовищ і проявів плавикового шпату за розрахованою вартістю ресурсів та вмістом CaF_2

3.8. Експрес-оцінка вартості прогнозних ресурсів і запасів та ранжування родовищ плавикового шпату

Серед об'єктів МСБ плавикового шпату України налічується понад 20 родовищ і проявів, серед яких більшість складають саме перспективні опозуковані ділянки без розвіданих і затверджених запасів. Так, в межах *Бахтинського* рудного поля налічується півтора десятка проявів із ресурсами, оціненими за категоріями P_2 - P_3 .

Проведення вартісної оцінки об'єктів надрокористування на початкових етапах вивчення є необхідним для обґрунтування доцільності пошуково-оціночних робіт і розвідки та визначення промислового значення об'єкту. При цьому використовують якісні і кількісні показники із високим ступенем недостовірності (вірогідність оцінки 10–40 %), які в подальшому необхідно привести до вартісного виміру. Особливості етапу початкової геолого-економічної оцінки (ГЕО) пов'язані з неможливістю точного визначення в першу чергу запасів корисних копалин, що впливає на то-

чність подальших розрахунків технологічних характеристик сировини, показників необхідних витрат на освоєння родовища тощо.

В роботах з методик ГЕО зазначається, що попередню оцінку на ранніх етапах вивчення доцільно проводити по кожному промислового типу родовищ корисних копалин для конкретного району проведення робіт (розмір території залежить від значення мінеральної сировини – стратегічного чи місцевого). Для кожного типу рекомендують складати модель родовища з граничними параметрами, за яких освоєння об'єкту є ефективним [Малюк, Бобров, 2003; Основи економічної геології, 2006; Русанов, 1987]. Такий підхід не вимагає ґрунтовних прямих розрахунків і може дати достатню кількість інформації про конкурентоспроможність даного родовища. При цьому, створення таких еталонних об'єктів зводиться до розробки кореляційно-статистичних моделей, які відображають залежність економічних показників виробництва продукції від геологічних та гірничотехнічних характеристик родовища на основі обробки статистичного матеріалу по діючим підприємствам та рудникам. Доцільним було б поєднати це з графоаналітичними методами визначення названих залежностей, що теж було запропоновано ще в 70–80 роках минулого століття. Такий підхід звісно не дає абсолютних значень вартості геологічного об'єкту, як методи чистої поточної вартості чи інші і базується на порівнянні характеристик даного родовища з іншими родовищами конкретного промислового типу.

На етапах зйомочних та пошукових робіт для геолого-економічної оцінки метою є не встановлення промислової цінності родовища, а визначення доцільності проведення стадій його наступного вивчення. Цього можливо досягнути, використовуючи інструменти порівняльного підходу та створення еталонних об'єктів. Проте, вже на стадії пошуково-оціночних робіт, а також для визначення платежів за отримання спеціальних дозволів на геологічне вивчення навіть на початкових етапах геологорозвідувальних робіт необхідні вартісні показники освоєння родовищ. Метою роботи є обґрунтування та вдосконалення існуючих експрес-методів вартісної оцінки ділянок надр за кількісними і якісними показниками запасів і ресурсів.

Вище було показано (розділ 2.2), що економічна оцінка прогнозних і перспективних ресурсів корисних копалин можлива на основі аналогії з відомими промисловими родовищами, їх прогнозними запасами, орієнтовним вмістом провідних і супутніх компонентів, параметрів рудних тіл, технологічними особливостями руд тощо. Це може стати основою орієнтовних розрахунків величини капіталовкладень, експлуатаційних витрат, ефективності капіталовкладень, рентабельності та інших економічних показників. Однак всі вони будуть мати лише попередній характер, а остаточний висновок щодо економічної цінності родовища можливий лише на етапі попередньої розвідки.

Систематизація та опрацювання зібраного матеріалу дали можливість провести експрес-оцінку вітчизняних родовищ і рудопроявів плавикового шпату за якісними і кількісними параметрами. Для цього була використана методика розрахунку товарної вартості прогнозних ресурсів і запасів твердих корисних копалин за допомогою коефіцієнтів приведення вартості товарного продукту до товарної вартості прогнозних ресурсів або запасів в надрах, розроблена ВСЕГЕИ [Неженский, 2003].

Економічна оцінка запасів корисних копалин в надрах є виміром їх кількісної та якісної споживчої вартості і передбачає визначення промислової цінності даного ресурсу. Цей процес на різних стадіях геологічного вивчення надр має свої особливості, які в першу чергу пов'язані з кількістю інформації та її достовірністю. На стадіях пошуково-оціночних робіт найбільш достовірними показниками, якими оперують, є прогнозні запаси корисних копалин та орієнтовний вміст корисних компонентів. Можливим є також залучення попередніх даних щодо орієнтовних значень капіталовкладень, експлуатаційних витрат, але вони мають узагальнюючий характер і не є достатніми для вирішення питань про економічну цінність родовища. На стадії розвідки використовують дані геологічної та технологічної характеристик об'єкту (геологічна будова родовища, гідрогеологічна характеристика, гірничотехнічні умови експлуатації, результати опробування, технологія видобутку та переробки руди), а також проводять розрахунки економічної оцінки родовища (собівартість продукції, прибутковість та рентабельність можливого підприємства, ефективність капіталовкладень). Можливість розрахунків тих чи інших показників і застосування відповідних методик економічної оцінки визначається приналежністю об'єкту до певної категорії ресурсів та запасів.

Вихідними даними для розрахунку вартості родовищ та проявів флюсової сировини є дані Державного балансу запасів корисних копалин, звітної документації по окремим об'єктам дослідження, які характеризуються різним ступенем геологічного, техніко-економічного вивчення та ступенем підготовленості до промислового освоєння.

Ресурси та запаси родовищ і проявів плавикового шпату на території України належать до різних категорій: запаси *Бахтинського* родовища обраховані за категоріями C_1, C_2, P_1 ; *Бахтинського* рудного поля – P_1, P_2, P_3 ; *Покрово-Кириївського* родовища – C_1, C_2 ; *Покрово-Кириївської* зони в цілому – P_1, P_2, P_3 ; ресурси *Бобринецького* рудопрояву – P_2, P_3 ; *Центрального* рудопрояву *Суцано-Пержанської* зони – P_2 . При їх вивченні розраховувалися різноманітні показники, які часто не співпадають, що, у свою чергу, ускладнює застосування єдиної методики економічної оцінки. Для запасів *Бахтинського* і *Покрово-Кириївського* родовищ проводились розрахунки показників економічної

ефективності, визначені гірничотехнічні та технологічні особливості їхнього освоєння, тоді як для *Бобринецького* та *Центрального* рудопросявів визначені тільки кількість запасів та середні значення вмісту корисних компонентів. Для рудопросявів *Кальміуської* зони та зони зчленування *Донбасу* з *Приазовським* блоком, як правило, визначені лише площа перспективної території.

За наявності таких розрізнених даних можливість використання методик, які дають певне уявлення щодо промислової цінності цих об'єктів, є обмеженою. Розрахунок товарної вартості прогнозних ресурсів і запасів плавикового шпату за цих умов можливо провести методикою, яка розроблена ВСЕГЕИ, де пропонується експрес-оцінку вартості мінеральної сировини проводити за формулою:

$$B = C \cdot M \cdot K_c,$$

де B – товарна вартість прогнозних ресурсів або запасів певної категорії даного виду мінеральної сировини в надрах;

C – середня світова ціна кінцевого продукту (металу, руди, мінералу);

M – кількість (маса) прогнозних ресурсів або запасів даної категорії відповідного виду мінеральної сировини;

K_c – сукупний коефіцієнт приведення вартості товарного продукту до товарної вартості прогнозних ресурсів або запасів в надрах

Сукупний коефіцієнт є добутком трьох коефіцієнтів: K_1 – коефіцієнт приведення вартості кінцевого продукту до вартості прогнозних ресурсів або запасів мінеральної сировини; K_2 – коефіцієнт приведення прогнозних ресурсів і попередньо оцінених запасів до запасів промислових категорій ($A+B+C_1$), який враховує неповний перехід ресурсів і запасів менш достовірних категорій в більш достовірні; K_3 – перехідний коефіцієнт вилучення, який враховує втрати мінеральної сировини при її видобутку, збагаченні, транспортуванні. Значення коефіцієнтів для плавикового шпату наведені в табл. 3.35. Вибір коефіцієнтів приведення здійснювався в залежності від наступних факторів:

- величина запасів родовища;
- складність геологічної будови;
- наявність позитивних чи негативних характеристик (вміст корисного компоненту, %, супутніх корисних компонентів, ступінь закарстованості ділянки і таке інше).

Для родовищ плавикового шпату приймалися наступні класифікації родовищ: 1) за величиною запасів: дрібні 0,5–2 млн т, середні – 2–5 млн т, крупні – 5–10 млн т, унікальні – більше 10 млн т; 2) за вмістом корисного компоненту CaF_2 : багаті руди – більше 50 %, середні – 35–50 %, рядові – до 35 %.

Таблиця 3.35

Значення коефіцієнтів приведення для родовищ плавикового шпату

Категорія прогнозних ресурсів та запасів	Значення коефіцієнтів		
	мінімальне	середнє	максимальне
	Значення коефіцієнту K_1		
P_3	0,016	0,020	0,024
P_2	0,358	0,476	0,571
P_1	0,433	0,576	0,696
C_2	0,493	0,656	0,796
$A+B+C_1$	0,583	0,776	0,946
	Значення коефіцієнту K_2		
P_3	0,030	0,070	0,200
P_2	0,360	0,400	0,500
P_1	0,700	0,750	0,800
$A+B+C$	0,900	0,920	0,950
	Значення коефіцієнту K_3		
для всіх категорій	0,800		

Такі розрахунки проведені для *Бахтинського* і *Покрово-Кириївського* родовищ, *Бобринецького* та *Центрального* рудопроявів та інших об'єктів МСБ плавиковошпатової сировини. Значення показників, як видно з формули, враховують тільки доходну частину вартості родовищ і не враховують витрати, пов'язані з його освоєнням – капіталовкладення та експлуатаційні витрати. Тому вони не можуть повністю відобразити промислове значення та ринкову вартість родовища. Однак виявлення із наявних об'єктів за такими розрахунками найбільш цінних є можливим і доцільним при неможливості використання інших інструментів.

За вартістю ресурсів та запасів плавикового шпату найбільш цінним є *Бахтинське* родовище флюориту, для якого цей показник більший ніж в 3 рази, ніж для *Покрово-Кириївського*, що пов'язане з несприятливими гірничо-технічними та гідрогеологічними характеристиками останнього (тому для *Покрово-Кириївського* родовища розрахунки проводились при мінімальних значеннях коефіцієнтів приведення), а також із значною кількістю запасів *Бахтинського* родовища.

Найбільша невизначеність кількісних і якісних характеристик притаманна початковим стадіям оцінки, при тому, що саме вони є визначальними у багатьох випадках. Витрати на ГРР є досить значними і на початкових етапах метою є відбракування об'єктів, які не мають достатньої цінності для гірничої промисловості, що в свою чергу попередить наступні витрати. Запропонована методика дозволяє визначити вартісні показники ділянок надр на стадіях зйомочних та пошукових робіт і за цим критерієм ранжувати родовища для їх наступного вивчення. За розрахунком, проведеним для вітчизняних проявів і родовищ плавикового шпату встановлено, що максимальний показник вартості мають *Бахтинське* та *Покрово-Кириївське* родовища, що пов'язане із ступенем їх геологічного та техніко-економічного вивчення, прояви *Бобринецький* та *Суцано-Пержанська* зона.

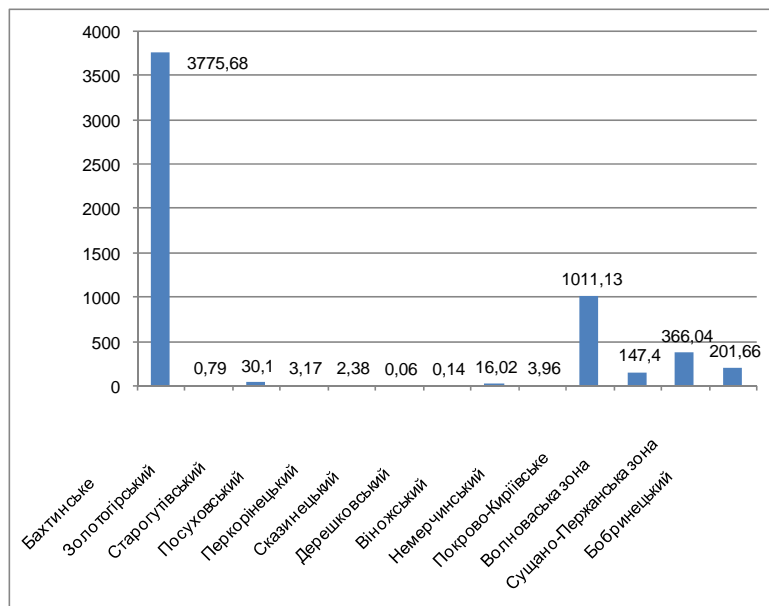


Рис. 3.31. Розрахована вартість родовищ та проявів плавикового шпату

3.9. Екологічні проблеми та перспективи використання флюсової сировини з урахуванням новітніх технологій в металургії

З використанням плавиковошпатової сировини в багатьох галузях промисловості пов'язані значні екологічні проблеми сьогодення. Багато дослідників вважають фтор основним з елементів-забруднювачів атмосфери [Ультрафіолетовое..., 1995; Фтор и фториды..., 1989], оскільки джерел викидів фторидів в атмосферу більш ніж достатньо, особливо в промислово розвинутих країнах. Це металургійне, зварювальне виробництво, алюмінієва, скляна промисловість, виробництво емалей і добрив, отримання хладагентів, пластмас, збагачення урану – тобто всі галузі використання плавиковошпатової сировини.

Великі проблеми пов'язані з використанням плавикового шпату для виробництва плавикової кислоти, яка є джерелом отримання фторорганічних та неорганічних сполук та фреонів. Фреони – насичені газоподібні або рідкі фторвуглецеві сполуки, які часто містять атоми хлору, застосовуються в холодильних установках, аерозолях, розчинниках, вогнегасних сумішах. Широке використання цих сполук вважається однією з причин виснаження озонового шару Землі. В 1990 р. світове

споживання озоноруйнівних речовин склало більше 1300 тис. т. Фтор-хлор-вуглецеві сполуки (CFCl_3 , CF_2Cl_2) при попаданні до атмосфери розкладаються з виділенням атомів хлору, які каталізують перетворення озону на кисень. Спеціалісти вважають, що один атом хлору здатен знищити близько 100 тис. молекул озону. Фреони можуть зберігатися протягом десятиліть в нижніх шарах атмосфери, звідки вони надходять до стратосфери, де їх вміст щорічно збільшується на 5 % [Протасов, Матвеев, 2001; Снакин, 2000].

Для запобігання подальшого забруднення атмосфери озоноруйнівними речовинами, у тому числі фтормісними сполуками, міжнародною спільнотою було укладено ряд угод, а саме Віденська конвенція (1985 р.), Монреальський протокол (1987 р.), Рамкова конвенція (Ріо-де-Жанейро, 1992 р.) та Кіотський протокол (1997 р.).

Метою Віденської конвенції (1985 р.) про захист озонового шару Землі, ратифікованій 120 державами, є захист і охорона здоров'я людей від несприятливого впливу змін озонового шару. Основними завданнями визначені співробітництво в області досліджень речовин і процесів, що впливають на зміни в озоновому шарі, створення альтернативних речовин та технологій [Охрана окружающей..., 2001].

У 1987 р. був підписаний Монреальський протокол – міжнародна угода про скорочення виробництва та споживання фтор-хлор-вуглеводнів (ФХВ) та галонів. До 1993 р. він був ратифікований 120 державами. Озоноруйнівними сполуками були визначені CF_3Cl , CCl_4 , $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}_3$, CFCl_3 , CF_2Cl_2 , CHFCl_2 та ін. До цієї угоди було розроблено два доповнення. У Лондонському доповненні (1990 р.) були скорочені строки заміщення названих сполук: виробництво та споживання хладонів повинно було припинитись до 2000 р., метилхлороформу – до 1995 р., перехідних хладонів – до 2040 р. Копенгагенським доповненням (1992 р.) до списку озоноруйнівних сполук були внесені нові фтор-хлор-вуглеводні й метилбромід, а терміни заміщення решти знов скорочені. У відповідності з цим доповненням повне заміщення ФХВ повинно було відбутися до січня 1996 р., а галонів (бромхладонів) – до січні 1994 р. За вимогами Монреальського протоколу скорочення виробництва і споживання озоноруйнюючих речовин повинно було супроводжуватися одночасним випуском їх хімічних замінників, наприклад, HFC-134A – для побутової холодильної техніки, HFC-125, HFC-22 та аміаку – для промислової холодильної техніки, HFC-125, H-124B1 і, можливо, інертних газів і води – для вогнегасних сумішей. З 1994 р. часткове фінансування підготовки та реалізації проектів з виробництва озонобезпечних речовин і переходу на відповідні технології здійснює Глобальний екологічний фонд (ГЕФ). Серед пріоритетних напрямків проектів можна виділити такі: перехід на використання в якості хладагенту пропану та

хладону-134а; регенерація та утилізація хладагентів та галонів, розробка альтернативних агентів вогнегасних сумішей [Голуб и др., 1995].

У червні 1992 р. на Конференції ООН з навколишнього середовища і розвитку в Ріо-де-Жанейро (Бразилія) 155 держав, у тому числі Україна, підписали Рамкову конвенцію ООН про зміну клімату. Верховна Рада України ратифікувала Конвенцію 29 жовтня 1996 р. і, згідно з процедурами ООН, Україна є її Стороною з 11 серпня 1997 р. На виконання міжнародних зобов'язань Україна ратифікувала Монреальський протокол про речовини, що руйнують озоновий шар (20 серпня 1988 р.), Лондонську (1996 р.) та Копенгагенську (2000 р.) поправки до Монреальського протоколу [Екологія і закон..., 1998]. 15 березня 1999 р. Україною підписано Кіотський протокол.

В 1997 році був підписаний Кіотський протокол про обмеження емісії парникових газів до 2008–2012 рр. на 5,2 % у порівнянні з обсягами 1990 р. Для досягнення таких показників в світі пропонують різноманітні інженерно-технічні рішення, оскільки скорочення викидів найбільш небезпечних фреонів наразі не привело до бажаних результатів.

Особливої уваги заслуговує вплив фтору не тільки на навколишнє середовище, а й на людину. Зараз фториди широко використовують в медицині, хоча їх фізіологічна дія практично не вивчена, а надлишковий вміст фтору в організмі є небезпечним для людини [Фтор и фториды..., 1989].

В Україні гостро стоять екологічні проблеми, що стосуються металургійного виробництва – основної галузі використання плавиковошпатової сировини в вітчизняній промисловості [Криворучкіна, 2004]. На цю галузь припадає 18 % палива та електроенергії і близько 15 % сукупної кількості води, використаних промисловістю. В усьому обсязі промислових викидів металургійне виробництво займає одне з провідних місць: 14,7 % обсягу забруднення атмосфери, 37 % сумарної кількості твердих забруднювачів (близько 6 млн т щорічно). Це призвело до того, що витрати на захист навколишнього середовища перевищують 5 %, а при будівництві деяких заводів сягають 20 % від сукупних капіталовкладень, причому значна частка цих коштів витрачається на охоронні заходи повітряного басейну [Баптизаманский и др., 1995].

Основним фактором, який визначає стан екологічних проблем в галузі є недостатнє впровадження сучасних металургійних процесів і технологічних схем до металургійного процесу. В чорній металургії використовують такі технології:

- доменний процес, де сировиною є збагачена до агломерату та окатишів залізна руда і кокс, з послідовним виробництвом чавуну та сталі;
- безкоксві технології, які використовують пряме відновлення збагаченої залізної руди газом до високометалізованого продукту, придатного для виробництва електросталі.

В останні десятиліття в світі переважає тенденція зростання частки сталі, виробленої з використанням технологій прямого відновлення, які

не потребують додавання в шихту плавикового шпату. Ці процеси є економічнішими за традиційний доменний процес, але для них необхідні дешевий природний газ і значні капіталовкладення. Тому ці технології поширені, як правило, в розвинутих країнах і в країнах з нещодавно створеним металургійним виробництвом.

Наступний технологічний етап – власне виплавлення сталі – здійснюється мартенівським, киснево-конверторним та електросталеплавильним способами. Мартенівська технологія потребує приблизно в 2,5 рази більше енергії на тонну готового продукту порівняно з електросталеплавильною. Якщо прийняти до уваги, що на більшості мартенів використовується менш економічна схема порівняно з безперервним процесом розливу в злитки, то витрати зростають в 3,5 рази. Кількість обслуговуючого персоналу приблизно на 30 % вище, ніж в електросталеплавильному виробництві. Неефективність мартенівських технологій привела до того, що у більшості розвинутих країн сталеплавильні підприємства повністю відмовились від них (рис. 3.32). Киснево-конверторний спосіб є більш сучасним, але теж поступається електросталеплавильному. В кисневих конвертерах в розвинутих країнах виплавляється більше 60 % сталі, решта – в електропечах [Теплов, 2003].

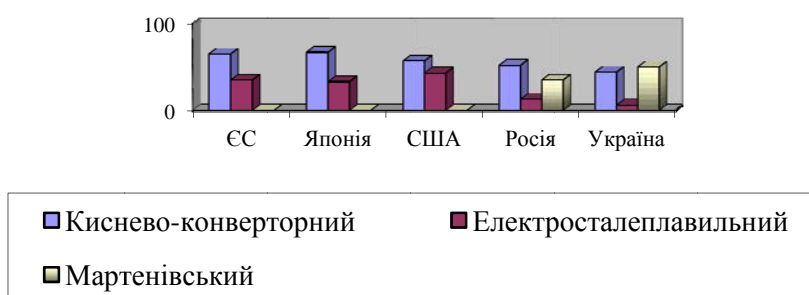


Рис. 3.32. Частка сучасних процесів виробництва сталі по країнам, %

Найперспективнішою технологією зараз є пряме відновлення заліза (ПВЗ), яке забезпечує отримання сталі безпосередньо з рудних мінералів без стадії виплавки чавуну в доменних печах. Продуктом технології ПВЗ є металізовані окатиші. В цьому процесі залізна руда або окатиші завантажуються у піч, де струменем повітря з них видаляється кисень. Газ, який використовують в процесі, має містити високий відсоток водню та оксиду вуглецю. Таким чином, окрім відновлення металу з руди досягається значне очищення сировини від домішок. Впровадження ПВЗ викликано скороченням запасів якісного коксівного вугілля, зменшенням ресурсів металічного брухту та підвищенням цін на нього. Тому частка сталі, виплавленою ПВЗ, зростає і в 2002 р. досяг-

ла 45 млн т чи 10 % сукупного виробництва сталі у світі [Ежегодный бюллетень..., 2002; Рынок продукции..., 1996]. Серед країн, що використовують технології ПВЗ, лідирують країни Північної Америки, Венесуела, Саудівська Аравія. В останні роки значно (на 35 %) зросло використання ПВЗ в Індії, де досі розвивалось доменне виробництво.

В світі використовують декілька видів технологій прямого відновлення заліза, найпоширенішими з яких є американські технології Midrex, Cogex, HYL III та інші. Вітчизняні спеціалісти віддають перевагу процесу рідкофазного відновлення заліза, яке, на їхню думку, є більш перспективним, особливо за результатами співставлення техніко-економічних показників названих агрегатів традиційної та безкоксової металургії [Баптизаманский и др., 1995; Зеликман, 2002; Иващенко и др., 2004]. Так в агрегатах Midrex досягається виробнича потужність до 2500 т/добу або 800 тис. т/рік, устаткування Cogex не можуть мати виробничу потужність вище 4000–5000 т/добу, при цьому дані показники доменної печі в середньому дорівнюють 11 тис. т/рік. В процесі рідкофазного відновлення заліза створюються умови для надзвичайно високих показників виробничої потужності, які майже не обмежені. Щодо кількості викидів в атмосферу забруднюючих речовин (CO, SO₂, NO₂, пил) цими технологічними агрегатами, найбільш негативний вплив на навколишнє середовище відбувається при традиційній схемі доменна піч – конвертор, причому значна частина викидів припадає на коксохімічне, агломераційне та доменне виробництво. Мінімальна кількість викидів основних забруднюючих речовин спостерігається при технології рідкофазного відновлення заліза. За кількістю пилу та SO₂, що утворюються при виробництві сталі, найменший вплив здійснюється при застосуванні технологій Midrex. Зокрема, пилу утворюється в 3,5 рази менше ніж при традиційній коксодоменній схемі і в 2,5 рази менше, ніж при використанні технологій Cogex.

Таким чином, реалізація технології безкоксової металургії забезпечує значні переваги з точки зору не лише економічних, а й екологічних факторів [Зеликман, 2002]. З огляду на проблеми модернізації вітчизняного гірничо-металургійного комплексу в 2003 р. прийнята "Національна програма розвитку і реформування гірничо-металургійного комплексу України до 2010 року", згідно якої власне гірничорудна промисловість потребує капіталовкладень на суму 9,3 млрд грн (у тому числі власних коштів підприємств – 7,2 млрд грн. або 77,6 % та кредитів – 2,1 млрд грн.). Переорієнтація, хоча б часткова, металургійних підприємств на виробництво за технологіями ПВЗ неможлива без модернізації вітчизняних гірничо-збагачувальних комбінатів.

Такий досвід мають деякі російські підприємства, зокрема, Лебединський та Михайлівський ГЗК. Михайлівський ГЗК здійснює реалізацію нової програми з випуску металізованих окатишів, щорічне виробництво яких

планується на рівні 2 млн т. Прибуток від їх реалізації складе не менше \$200 млн щорічно, що дозволить підприємству в два рази збільшити сукупний прибуток від реалізації. Сума інвестицій в цей проект складає приблизно \$500 млн. Лебединський ГЗК за допомогою німецьких інвестицій почав будівництво заводу металізованих брикетів у 1996 р., який було введено в експлуатацію в 2001 р. За цей рік Лебединський ГЗК виробив 650 тис. т металізованих брикетів, з яких 500 тис. т було реалізовано на зовнішньому ринку. В 2002 р. підприємство почало будівництво нових виробничих потужностей, продукція яких призначається внутрішнім споживачам, основним з яких є Оскольський електрометалургійний комбінат.

Таким чином, досвід інвестування модернізації ГЗК свідчить, що цей процес є не лише окупним, а й прибутковим навіть в країнах з перехідною економікою, особливо у разі стабільного зростання попиту та цін на цей вид продукції на зовнішніх ринках, що спостерігалось протягом 2000–2008 рр.

Серед підприємств вітчизняного гірничо-металургійного комплексу збагачувальні комбінати є одними з найбільш інвестиційно привабливих, інколи набагато більше, ніж власне металургійні комбінати. Причиною цього є закріплення за кожним з українських ГЗК певних запасів залізної або марганцевої руди, які, на відміну від металургійних комбінатів, з часом не втрачають цінності ні фізичної, ні моральної, а лише зменшуються внаслідок розробки. Проте терміни та хоча б приблизна вартість процесу модернізації гірничо-збагачувальних підприємств не визначені [Коробка, 2004; Крамер, 2003; Теплов, 2003, 2004]. В згаданій вище “Національній програмі...” такі проблеми, як технічна недосконалість виробництва, висока енергоємність продукції, недолік коштів, необхідних для проведення модернізації, відображення не знайшли. Зазначена вище сума інвестицій нічим не пояснюється, оскільки в самому документі конкретні заходи по розвитку гірничорудної галузі не вписані. Автори лише в неясній формі зазначають, що сума в 9,3 млрд грн. буде витрачена на “неконкретне оновлення основних виробничих фондів і підтримку діючих потужностей, на реконструкцію і технічне переобладнання галузі” [Теплов, 2003].

Таким чином можна констатувати, що економічна ефективність виробництва і навіть вибір основного технологічного процесу багато в чому визначаються їх екологічними наслідками. Одним з можливих шляхів зменшення негативного впливу металургійних підприємств на навколишнє середовище є розвиток процесів безкоксолової металургії та залучення цих екологічно чистих металургійних технологій в промислове виробництво в широкому масштабі, що у свою чергу суттєво відкоригує обсяги попиту та структуру споживання флюориту у вітчизняній промисловості.

Питаннями екологічної безпеки переймаються численні академічні і галузеві науково-дослідні інститути України, зокрема, Інститут геохімії навколишнього середовища НАН та МЧС України, Український інститут досліджень навколишнього середовища і ресурсів при Раді національної безпеки і оборони України та ін.

РОЗДІЛ IV

ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННОЇ БАЗИ ФЛЮСОВИХ ВАПНЯКІВ

4.1. Генетичні та геолого-промислові типи родовищ карбонатної флюсової сировини

У відповідності з умовами утворення виділяють наступні генетичні типи родовищ карбонатної сировини:

1. **Первинні** (залягають на місці свого утворення):

- морські осадові:
 - областей складчастості (геосинклінальні) у складі карбонатних, рифогенних, карбонатно-теригенних, осадово-вулканогенних, флішових комплексів;
 - платформні, у складі карбонатних, карбонатно-теригенних, карбонатно-сульфатних комплексів чохла;
 - крайових і міжгірських прогинів, у складі карбонатних, рифогенних, карбонатно-теригенних, карбонатно-сульфатних і галогенних комплексів;
- континентальні:
 - озерні осадові;
 - відклади джерел (вапнякові туфи, травертини);
 - інфільтраційні і інфільтраційно-метасоматичні.

2. **Вторинні** (складені переміщеним матеріалом):

- у складі делювію, осипів, зсувів, алювію, пролювію, моренних, флювіогляціальних відкладів, морських берегових намивних і еолових відкладів;
- утворені в результаті відторгнення орогенними і еруптивними силами масиви, крупні глиби вапняків (можливо переміщені на певну відстань).

Промислова класифікація родовищ вапняків базується на морфологічних, тектонічних і літологічних ознаках, які поряд з кількісними показниками (запаси, вміст корисного компоненту і таке інше) визначають умови експлуатації родовищ і методику їх розвідки. Кореляція генетичних і промислових типів родовищ вапняків наведена в табл. 4.1.

За морфологією залягання виділяють такі типи родовищ вапняків:

Тип I. Пластові.

- 1.1. З горизонтальним заляганням і пологим (до 15°) падінням пластів:
 - витримані за будовою, потужністю і якісними характеристиками;
 - не витримані за будовою, потужністю і якісними характеристиками.
- 1.2. З похилим (до 45°) і крутим (до 90°) падінням:
 - витримані за будовою, потужністю і якісними характеристиками;
 - не витримані за будовою, потужністю і якісними характеристиками.
- 1.3. Сильно дислоковані.

Тип II. Куполоподібні і грядоподібні масиви.

Тип III. Лінзоподібні і гніздоподібні.

Тип IV. Родовища рихлого вапнякового матеріалу – глибового, валунного, щебеню, гравію, піску, муки, ракушки.

Таблиця 4.1

Кореляція генетичних і промислових типів родовищ вапняків

Типи родовищ промислової класифікації	Генетичні типи родовищ вапняків
Родовища пластові Тип 1.1	Морські осадові родовища, за виключенням рифогенних Тип 1.2, частково 1.3
Родовища пластові Тип 1.2	Морські осадові родовища Тип 1.1, частково 1.3
Родовища пластові Тип 1.3	Родовища вторинні Тип II
Куполоподібні і грядоподібні масиви Тип II	Морські осадові родовища (рифогенні масиви) Тип 1.1, 1.3
Родовища лінзо- і гніздоподібні Тип III	Родовища континентальні Тип 2.1, 2.2
Родовища рихлого вапнякового матеріалу Тип IV	Родовища вторинні Тип I

Серед промислових типів родовищ доломітів за морфологічними, тектонічними і літологічними ознаками виділяють:

Тип I. Родовища пластові, горизонтально залягаючи і пологопадаючи:

- витримані за будовою, потужністю і якісними характеристиками;
- не витримані за будовою, потужністю і якісними характеристиками.

Тип II. Родовища пластові, помірно- або круто падаючи:

- витримані за будовою, потужністю і якісними характеристиками;
- не витримані за будовою, потужністю і якісними характеристиками.

Тип III. Родовища пластові, сильно дислоковані та непластові.

Кореляція генетичних і промислових типів родовищ доломітів наведена в табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Кореляція генетичних і промислових типів родовищ доломітів

Показники	Генетичний тип родовищ доломітів	
	Родовища в складі доломітових карбонатних комплексів	Родовища в складі вапняково-доломітових карбонатних комплексів
Генетичний тип доломітів	Хемогенні	Діагенетичні
Літологічний тип доломітів	Кристалічні структури	Реліктові структури
Вміст MgO, %	21–19	19–17
Морфологія доломітових покладів	Пластові поклади	Пласти карбонатних порід з нерівномірним розподілом доломітової речовини
Промисловий тип родовищ	1.1, 2.1 промислової класифікації	1.2, 2.2 промислової класифікації
Група і тип родовищ за Інструкціями ДКЗ	Крупні, середні витримані за будовою, потужністю і якістю сировини	Крупні, середні, не витримані за будовою, потужністю і якістю сировини

4.2. Регіональний огляд МСБ флюсових карбонатних порід

Дослідження мінерально-сировинної бази флюсових карбонатних порід інших країн та зовнішніх ринків цієї сировини ускладнюються тим, що ці корисні копалини використовуються в багатьох галузях виробництва, що ускладнює визначення частки сировини, яка споживається саме в гірничо-металургійному комплексі як флюсова. В багатьох країнах карбонатні породи обліковуються як корисні копалини місцевого значення, а інформація щодо їх якості і кількості є важкодоступною.

Найбільш детально можна дослідити стан МСБ на ринку флюсових карбонатних порід країн колишнього СРСР, що пояснюється подібними до вітчизняних вимогами до обліку корисних копалин, до якості сировини тощо.

В Російській Федерації Державним балансом обліковується 28 родовищ металургійного доломіту, запаси корисної копалини складають за категоріями $A+B+C_1$ – 1968 тис. т, C_2 – 320 тис. т, позабалансові – 102 тис. т. Характерною особливістю МСБ флюсової сировини Росії є нерівномірний розподіл запасів по її території. Більша частина запасів металургійного доломіту (39,5 %) зосереджена в Центральному федеральному окрузі, забезпечені запасами також Уральський і Сибірський регіони. Регіональний розподіл запасів флюсових карбонатних порід в РФ наведено на рис. 4.1 [<http://www.infomine.ru>].

Запаси флюсових вапняків обліковуються по 60 родовищам і складають за категоріями $A+B+C_1$ – 6657 млн т, C_2 – 1716 млн т, позабалансові – 70,2 млн т. Розробляються 28 родовищ, а їх запаси складають 42 % від сумарних. До групи об'єктів що готуються до експлуатації віднесено 5 родовищ, в федеральному резерві знаходяться 29 родовищ (43,6 % запасів).

Найбільшими родовищами флюсових вапняків є *Пікалівське*, *Студенівське* (їх запаси майже вичерпані) та *Білоручаївське* (Вологодська обл.), яке забезпечує сировиною Череповецький металургійний комбінат і розробляється Білоручаївським рудником, структурним підрозділом АТ «Северсталь» із виробничою потужністю до 2,5 млн т/рік.

В Липецькій області розташоване *Данківське* родовище із запасами доломіту 711 млн т. Продуктивна товща потужністю 5–30 м представлена доломітами із прошарками доломітизованих вапняків, мергелів і глин. Родовище розробляється відкритим способом із річною потужністю по видобутку доломіту 3,6 млн т, у т. ч. флюсового – 2,4 млн т. В Челябінській області розташоване *Агапівське* родовище флюсових вапняків і доломітів, яке розробляється відкритим способом спільно із *Лисогорським* родовищем доломітів. Середній вміст СаО в вапняках – 51,8 %, MgO – 3,75 %, потужність карбонатної товщі – 1000–1100 м. Щорічний видобуток вапняку складає 4,5 млн т, доломіту – більше 0,9 млн т.

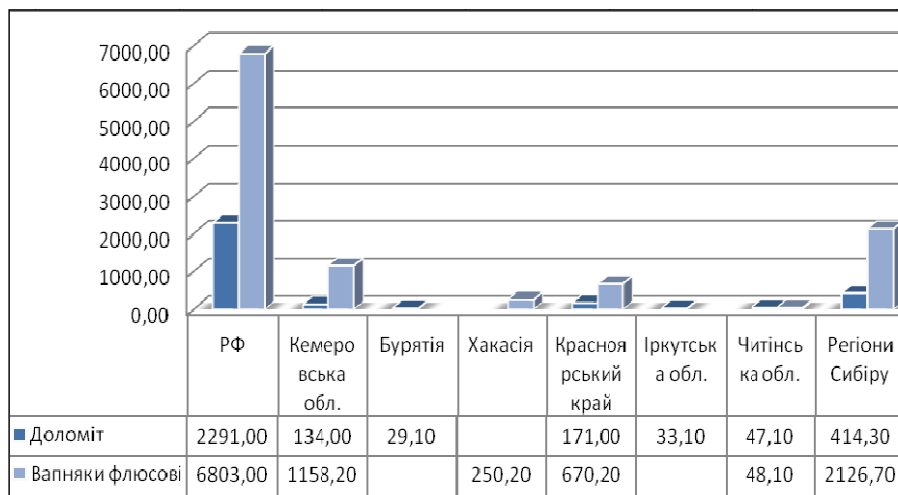


Рис. 4.1. Регіональний розподіл запасів флюсових карбонатних порід Росії

Найбільшими виробниками флюсової сировини в Росії є ВАТ "НЛМК", ВАТ "Стагдок" (Студенівська акціонерна гірничодобувна компанія), яка зараз розробляє *Соколсько-Ситівське* родовище флюсових вапняків відкритим способом.

Найбільшими російськими підприємствами-виробниками доломіту є ВАТ «Доломіт» (Ліпецька обл.), ВАТ «Комбінат Магнезит» (Челябінська обл.), Чусовський металургійний завод (Пермський край), ВАТ Ковровське кар'єроуправління, ВАТ «Капітал магнезит» (Володимирська обл.), кар'єроуправління «Кавдоломіт» (Республіка Північна Осетія–Аланія). Серед них лідером є «Доломіт» (Ліпецька обл.), яке веде розробку *Данківського* родовища із виробництвом флюсового та конверторного доломіту, доломітової муки та інших видів супутньої продукції. Частка компанії на ринку доломіту в Росії та СНД складає відповідно 61 % і 46 %.

Частка Росії в загальному обсязі видобутого доломіту в СНД сягає 80 %. Незважаючи на негативний вплив економічної кризи споживання доломіту в РФ в 2008 році збільшилось на 5 % і склало 4,8 млн т. При цьому попит на сировину задовольнявся за рахунок власного видобутку. Обсяги експорту і імпорту РФ дорівнює приблизно 2 % його внутрішнього споживання в країнах.

Як і прогнозували експерти компанії «Інфомайн» споживання доломіту в РФ в 2009 р. знизилось на 15–22 % порівняно з попереднім роком, а зростання видобутку передбачається не раніше 2011 р. Обсяги споживання будуть коливатись на рівні 4,3–4,8 млн т/рік. Структуру використання карбонатних порід в Росії наведено на рис. 4.2.

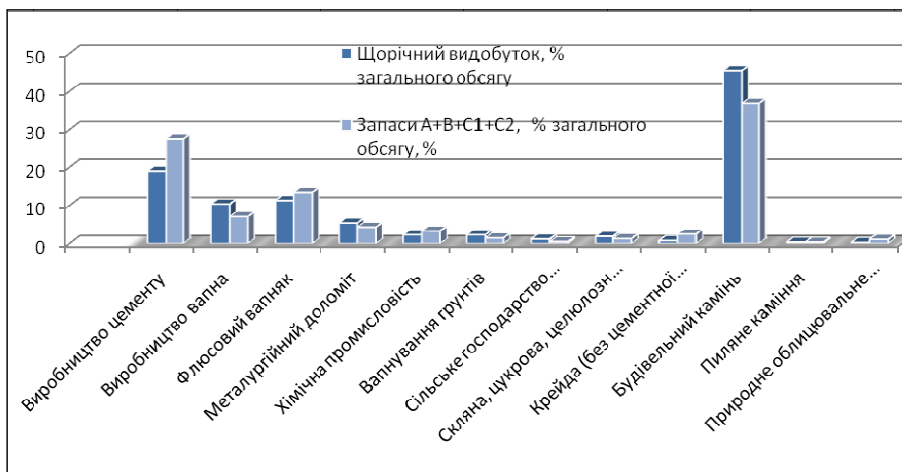


Рис. 4.2. Структура споживання карбонатних порід в Росії

4.3. Геолого-промислова характеристика та економічна оцінка перспективних для розробки родовищ і рудопроявів флюсових вапняків

Серед усіх видів нерудної сировини, яка використовується в металургійному виробництві, за кількісними показниками вирізняються карбонатні породи, особливо флюсові вапняки. Виробництво цієї сировини вітчизняними підприємствами досягло максимальних показників в 1980-х роках, після чого частково скоротилось і зараз коливається в межах 20–25 млн т на рік.

Для України особливо гостра ситуація щодо забезпечення флюсовими карбонатними породами склалась саме для металургійного виробництва, що пояснюється рядом причин:

- виснаженням родовищ із якісною сировиною та сприятливими гірничо-геологічними умовами розробки;
- підвищенням вимог промисловості до якості флюсової сировини у зв'язку із залученням нових технологічних процесів у металургії;
- необхідністю ліквідації виробництва флюсової сировини на деяких об'єктах через екологічні причини або перспективи розвитку рекреаційних ресурсів.

Вихідними даними для розрахунку вартості родовищ та проявів флюсової сировини є дані Державного балансу запасів корисних копалин, звітної документації по окремим об'єктам дослідження, які характеризуються різним ступенем геологічного, техніко-економічного вивчення та ступенем підготовленості до промислового освоєння.

За кількістю родовищ та якістю флюсових вапняків на території України виділяється зона зчленування *Донбасу з Приазовським* мегаблоком *УЩ*, де зосереджено 36 % розвіданих запасів флюсових вапняків та 20 % доломітизованих вапняків.

Продуктивною є вапняково-доломітова товща потужністю до 5000 м, що залягає моноклінально і відноситься до відкладів турнейського та візейського ярусів раннього карбону. Відклади візейського ярусу складають немагnezіальні вапняки, а турнейського – доломіти та доломітизовані (магnezіальні) вапняки. Потужність вапняків змінюється від декількох десятків метрів до 1000 м.

Державним балансом запасів корисних копалин України станом на 01.01.2007 р. враховується 14 родовищ, у тому числі 11 – вапняку звичайного і доломітизованого (магnezіального), з яких 6 розробляються [Гурський, 2008; Концепція нарощування..., 2000; Металічні і неметалічні..., 2006; Минеральные ресурсы..., 2005; Минеральные ресурсы.... 2003; Міщенко, 2004; Неметаллическое минеральное..., 1993; Неметалічні..., 2003, 2008].

Сумарні балансові запаси вапняку флюсового станом на 2007 р. складають за категоріями $A+B+C_1 = 2\,272\,762$ тис. т, за категорією $C_2 = 16\,584$ тис. т, позабалансові запаси – 74 644 тис. т, крім того в охоронних ціликах за кат. $A+B+C_1 = 60\,433$ тис. т. Розподіл запасів вапняків і доломітизованих вапняків за категоріями наведено в табл. 4.3, 4.4.

Серед родовищ флюсових вапняків найбільші за кількістю запасів знаходяться в Донецькій області: *Оленівське*, *Стильське*, *Новотроїцьке*, *Каракубське*, які розробляються.

Оленівське родовище вапняків флюсових і доломітизованих розробляється Докучаєвським ФДК. *Центральна* ділянка родовища розробляється з 1987 р. кар'єром з проектною річною потужністю 3,3 млн т. Забезпеченість запасами складає 49 р.

Ділянка *Доломітна* розробляється кар'єром потужністю 3,3 млн т вапняку звичайного і доломітизованого, забезпеченість запасами – 18 років.

Ділянка *Східна* розробляється з 1940 р., виробнича проектна потужність кар'єру – 2,4 млн т; забезпеченість запасами – 49 років.

Східно-Комсомольська (південна частина) ділянка розробляється з 1990 р., проектна потужність – 3,3 млн т вапняку.

Не розробляються на родовищі ділянки *Східно-Комсомольська* (північна частина), *Базалієва Скеля*, *Балка Безводна*.

Забезпеченість підприємства всіма запасами – 100 років. Видобуток у 2006 р. склав 7690 тис. т.

Стильське родовище вапняків флюсових і доломітизованих розробляється Докучаєвським ФДК. Видобуток в 2006 р. склав 316 тис. т.

Новотроїцьке родовище флюсових вапняків складається з 2 діючих ділянок, розробляється Новотроїцьким рудоуправлінням з 1935 р. Родовище розробляється комплексно, крім флюсових вапняків видобувають будівельне каміння та пісок будівельний.

Ділянка *Мехрудник* розробляється Східним кар'єром з 1950 р. з річною проектною потужністю 1,5 млн т вапняку флюсового і доломітизованого.

Ділянка *Західна* розробляється Західним кар'єром з 1976 р. з річною проектною потужністю 1,5 млн т.

Видобуток по родовищу склав в 2006 році 3968 тис. т.

Каракубське родовище вапняку звичайного (немагнетизального) розробляється на вапняк флюсовий та щебінь будівельний. Видобуток сировина перероблюється двома ДЗФ. Хвости, утворені під час розробки, містять піщано-глинисті породи карстового походження та вапняк фракції 0–10 мм, складаються у відвали. Розкривні породи використовують для засипання відпрацьованих ділянок (внутрішні відвали). За 2007 р. використано 1 тис. т відходів, а 5223 тис. м³ розкривних порід використано для засипки та рекультивації відпрацьованих ділянок.

Родовище складається з 4-х ділянок, три з яких діючі. Видобуток в 2006 р. склав 9589 тис. т.

Серед родовищ, що не розробляються, Державним балансом обліковуються *Північно-Шевченківське*, *Первомайське (Петрівське)* в Донецькій області. Запаси цих родовищ були затверджені ДКЗ СРСР, але сировина не відповідає вимогам нових Держстандартів та інструкцій, чому ці родовища вимагають довивчення.

Як перспективні розглядаються також родовища флюсових вапняків *Родниківське*, де проведена попередня розвідка, ділянка *Балка Водяна*, *Південно-Шевченківське* та *Південно-Донецьке* родовища.

Основні техніко-економічні показники роботи видобувних підприємств наведено в табл. 4.5.

Основними районами поширення флюсових карбонатних порід на території України крім Донбасу є також Крим. Зараз розвідані та обліковуються балансом запасів 14 родовищ флюсових та доломітизованих вапняків: *Оленівське*, *Новотроїцьке*, *Каракубське*, *Псілерахське*, *Кадиківське*, *Краснопартизанське*, *Східно-Багерівське* (ці родовища експлуатуються); *Північно-Шевченківське*, *Балка Безводна*, *Первомайське*, *Каранське*, *Південно-Багерівське*, *Жовтокам'янське*, *Гора Гасфорт* (ці об'єкти розвідані та підготовлені до промислового освоєння). Серед родовищ Гірського Криму виділяється *Західно-Псілерахська* ділянка *Каранського* родовища, розвідані запаси якої можуть значно поповнити сировинну базу Балаклавського РУ.

Видобутком флюсового вапняку зараз займаються 6 підприємств, серед яких спеціалізованими з видобутку флюсової сировини є Комсомольське і Новотроїцьке рудоуправління, Докучаївський флюсодоломітовий комбінат, Балаклавське рудоуправління. Зараз дуже гостро стоїть проблема забезпечення запасами флюсової сировини Комсомольського РУ, яке відпрацьовує запаси унікального за якістю *Каракубського* родовища (експлуатуються 3 ділянки із 4-х – *Північна*, *Південна*, *Жеґолівська*). Останнім часом найбільш реальним об'єктом для екс-

плуатації цим підприємством вважається *Родниківське* родовище, детальну розвідку якого Комсомольське РУ може розпочати найближчим часом. Для Докучаєвського ФДК, який розробляє чотири ділянки *Оленівського* родовища, перспективними для подальшого вивчення і розробки є ділянки *Балка Водяна* та *Балка Безводна*.

Досить довгий час найперспективнішим для видобутку конверторних вапняків вважалось родовище *Гасфорт*. Зараз воно знаходиться в стані консервації з огляду на екологічні особливості його розробки – наявність питного водозабору на річці Чорна, що протікає поряд із родовищем. Введення в експлуатацію родовища можливе лише за умови реалізації екологічно безпечної технології видобутку, що потребує значних капіталовкладень, яких у рудоуправління немає і не передбачається. Зокрема, в Постанові Кабінету Міністрів України „Про Комплексну програму стабілізації соціально-економічного становища м. Севастополя” не включено будівництво гірничо-збагачувального комплексу на родовищі вапняків при Балаклавському рудоуправлінні, яке вже передбачено постановою КМУ від 17 жовтня 1995 р. N 827.

Головною проблемою розвитку МСБ флюсових вапняків є забезпечення вітчизняних підприємств конверторними вапняками, які придатні для виробництва сталі конверторним і електросталеплавильним способами. Вимоги до якісних характеристик цього виду сировини є більш жорсткі ніж для інших марок вапняків, як щодо хімічного складу, так і механічної міцності корисної копалини. Технічні вимоги до якості флюсових вапняків різних марок наведені в табл. 4.6. Як видно з таблиці, основними показниками, які використовують для оцінки якості сировини, є вміст CaO, MgO, SiO₂, S, P, показник межі міцності при стисканні.

Для геолого-економічної оцінки названих родовищ і проявів використовувались якісні і кількісні характеристики об'єктів та вартісні показники:

- для перспективних для розробки – запаси корисної копалини, якісні характеристики, складність гірничо-геологічних умов, вихід конверторних вапняків для кожного родовища, вартісні показники (чиста поточна вартість, внутрішня норма прибутку та ін.);
- для родовищ, які експлуатуються – забезпеченість запасами діючих підприємств, їх виробнича потужність (фактична, запроектована), собівартість продукції, показники прибутковості.

Вихідні дані для оцінки перелічених родовищ наведені в табл. 4.7.

Окремо виділені найперспективніші об'єкти: *Північно-Шевченківське* (1), *Балка Безводна* (2) *Оленівського* родовища, *Родниківське* (3) (із західною (4) та східною (5) ділянками), *Первомайське* (6) (із західною (7) та східною (8) ділянками), *Балка Водяна* (9) (західне (10) та східне (11) крило), *Південно-Шевченківське* (12), *Південно-Донецьке* (13) (північна (14) та центральна (15) ділянки), *Західно-Псілерахська* ділянка *Каранського* родовища (16).

Таблиця 4.3

Розподіл запасів вапняків і доломітизованих вапняків за категоріями

Тип, сорт корисної копалини	Запаси на 01.01.2007 р., тис. т						Кількість родовищ в залежності від запасів кат. А+В+С ₁			
	А+В	А+В+С ₁	% до запасів України	Зміна запасів А+В+С ₁ за рік	Залишок А+В+С ₁ затв. ДКЗ, ТКЗ	С ₂	Всього родовищ	великих	середніх	малих
Вапняк	363 035	821 306	35,78	-12682	821 284	126 849	6	5	0	1
Вапняк доломітизований	165 855	455 134	19,38	-4505	453 681	987	3	2	0	1

Таблиця 4.4

Розподіл балансових запасів родовищ за ступенем промислового освоєння

Ступінь освоєння, тип, сорт корисної копалини	Запаси на 01.01.2007 р.						Кількість родовищ в залежності від запасів кат. А+В+С ₁			
	А+В	А+В+С ₁	% до запасів України	Залишок А+В+С ₁ затв. ДКЗ, ТКЗ	% залишок до затвердж.	С ₂	Всього родовищ	великих	середніх	малих
Родовища, що розробляються										
Вапняк	244 075	561 017	24,44	560 996	100	615	7	5	0	2
Вапняк доломітизований	102 085	239 534	10,44	238 081	99,39	997	3	2	0	1
Родовища, що не розробляються										
Вапняк	526 013	1 229 763	53,58	1 226 546	99,74	164 242	9	8	0	1
Вапняк доломітизований	63 770	215 600	9,39	215 600	100		1	1	0	0
Родовища, що розвідуються										
Вапняк	0	268 489	1,17	0	0		1	1	0	0

Таблиця 4.5

Основні техніко-економічні показники роботи видобувних підприємств

Родовище, вид корисної копалини, спосіб розробки	Річна виробнича потужність, тис. т (гірнична маса)		Втрати при видобутку, %		Забезпеченість за- пасами, років	
	проект	факт	проект	факт	всіма	в проєк- тних контурах
Центральна ділянка Оленівського родовища, вапняк флюсовий, відкритий	3100	3264	10	5,5	49	49
Східна ділянка Оленівського родовища, вапняк флюсовий, відкритий	2400	1312	10	2,4	49	49
Східна ділянка Оленівського родовища, вапняк доломітизований	2400	371	10	10,6	49	49
Доломітова (Комсомольська) ділянка Оленівського родовища, вапняк флюсовий, відкритий	3300	339	5	1,1	18	18
Доломітова (Комсомольська) ділянка Оленівського родовища, вапняк доломітизований	3300	0	0	0	18	18
Східно-Комсомольська ділянка Оленівського родовища, вапняк флюсовий, відкритий	3300	0				
Східно-Комсомольська ділянка Оленівського родовища, вапняк доломітизований	3300	2404	7	3,1	18	18
Стильське, вапняк флюсовий, відкритий	400	316	14	9,5	5	5
Жеґолівська ділянка Каракубського родовища, вапняк флюсовий, відкритий	3000	3574	8	7	51,3	51,3

Таблиця 4.6

Технічні вимоги до якості флюсових вапняків для різних галузей використання

Найменування нормативних документів по видах використання корисної копалини	Технологічний сорт	Масова частка компонентів, що оцінюються, %							Марка вапняку
		CaO	MgO	SiO ₂	S	P	H.O.	R ₂ O ₃	
		Не менше	Не більше	Не більше	Не більше	Не більше	Не більше	Не більше	
Вапняки флюсові для конверторного і сталеплавильного виробництва	1с	54,0	3,5	1,5	0,06	0,01	-	-	Ф-1
	2с	53,0	3,5	2,0	0,09	0,01	-	-	Ф-2
	1с	53,5	5,0	1,5	0,06	0,06	-	-	С-1
	2с	52,5	5,0	2,0	0,09	0,06	-	-	С-1
Вапняки флюсові для мартенівського виробництва	1с	53,0	-	1,5	-	-	-	-	М-1
	2с	51,0	-	3,0	-	-	-	-	М-2
Вапняки флюсові для доменного виробництва	1с	-	5,0	-	-	-	2,0	-	Ч-1
	2с	-	5,0	-	-	-	4,0	-	Ч-2
Вапняки для виробництва кальцинованої соди	1с	53,2	1,4	2,0	0,235	-	-	1,0	С-1
	2с	51,5	1,9	4,0	0,353	-	-	1,0	С-2
Некондиційні (будівельні) вапняки для виробництва щебеню	-	-	-	-	-	-	-	-	Щ
Вапняки для виробництва конверторного вапна	1с	53,5	-	1,2	0,06	0,06	-	1,5	
	2с	52,5	-	2,0	0,09	0,06	-	1,5	
Вапняки для електросталеплавильного виробництва	-	53-55	0,5-3,0	1,0	0,05	0,03	-	1,0	П.П.П. 42-43 %
Вапняки для виплавки литейного чугунка	-	49,52	3,5	1,6-4,0	-	-	2-5 (+S ₂ O ₂)	2-3	

Таблиця 4.7

Вихідні дані для оцінки вітчизняних родовищ флюсових вапняків

Родовище	Тип	Регіон	Експлуатація	Запаси, млн т	Вміст СаО
Оленівське	1	Донбас	1	496,80	53,00
Оленівське	2	Донбас	1	112,30	32,00
Оленівське	3	Донбас	1	323,90	42,00
Новотроїцьке	1	Донбас	1	82,60	50,20
Новотроїцьке	2	Донбас	1	79,20	32,00
Новотроїцьке	3	Донбас	1	124,50	40,80
Каракубське	1	Донбас	1	468,10	53,00
Каракубське	3	Донбас	1	0,60	
Північно-Шевченківське	1	Донбас	2	71,50	54,04
Північно-Шевченківське	2	Донбас	2	116,40	32,00
Первомайське	1	Донбас	2	124,10	53,70
Стильське	1	Донбас	1		
Стильське	2	Донбас	1	10,70	32,00
Родниківське	1	Донбас	2	15,00	58,00
Балка Безводна	1	Донбас	2	107,19	
Балка Безводна	2	Донбас	2	31,71	
Балка Безводна	3	Донбас	3	144,87	
Ямське	2	Донбас	1	10,50	30,00
Аненська Гальма	2	Донбас	2	4,50	30,00
Кадиківське	1	Крим	1		51,21
Гасфорт	1	Крим	2	347,10	54,31
Псилерахське	1	Крим	2		52,69
Західно-Псилерахська ділянка	1	Крим	2	329,00	54,28
Каранське	1	Крим	2		54,80
Краснопартизанське	1	Крим	1		53,80
Іванівське	1	Крим			54,70
Південно-Бачерівське		Крим			54,40
Східно-Бачерівське		Крим			52,20
Агармиське		Крим			53,30
Ласпінське		Крим			54,30
Негребівське	2	Коростишівський	1	32,90	
Криворізьке	2	Кривбас	2	111,00	
Завадівське	2	Тернопільська обл.			
Кузинське	2	Закарпаття	2	56,60	30,26
Росошське	2	Закарпаття	2		

На рис. 4.3. видно, що за співвідношенням запасів флюсової сировини та вмісту в породах СаО виділяються окремі ділянки *Родниківського* родовища, *Гасфорт* та *Західно-Псилерахська* ділянка *Каранського* родовища.



Рис. 4.3. Співвідношення запасів флюсової сировини та вмісту в породах CaO в найбільших вітчизняних родовищах

На рис. 4.4 та 4.5 (графіки побудовані за даними Мінпромполітики) видно, що найперспективнішими є ділянки *Балка Безводна* та *Балка Водяна*, *Родниківське* та *Південно-Шевченківське* родовища. Для *Родниківського* родовища, яке планується розробляти, в процесі розвідувальних робіт було встановлено погіршення якості сировини, збільшення показників закарстованості і водопритоків у гірничі виробки. *Південно-Шевченківське* родовище, яке вирізняється кращими показниками запасів сировини і виходу конверторних вапняків, в попередні періоди було оцінене як недоцільне для освоєння.

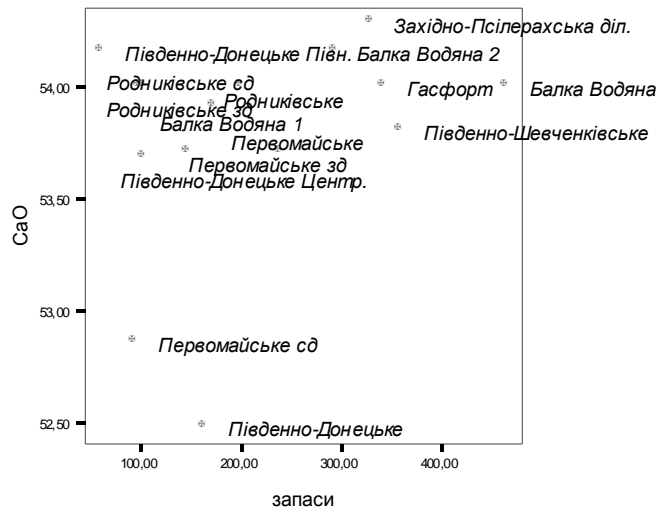


Рис. 4.4. Співвідношення запасів флюсових вапняків та вмісту в них CaO

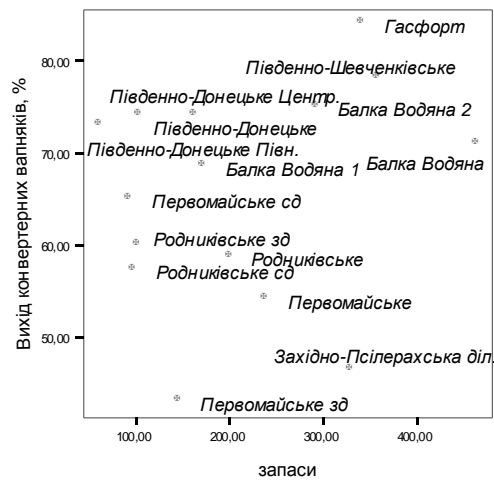


Рис. 4.5. Співвідношення запасів флюсових вапняків та частки конверторних вапняків, %

На рис. 4.6, 4.7 наведені співвідношення показників кількості запасів, виходу конверторних вапняків та закарстованості об'єктів за даними ДГСУ.

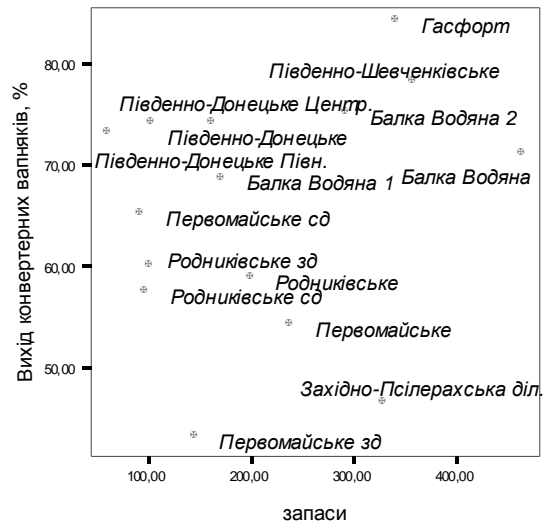


Рис. 4.6. Співвідношення показників кількості запасів та виходу конверторних вапняків для перспективних для розробки родовищ

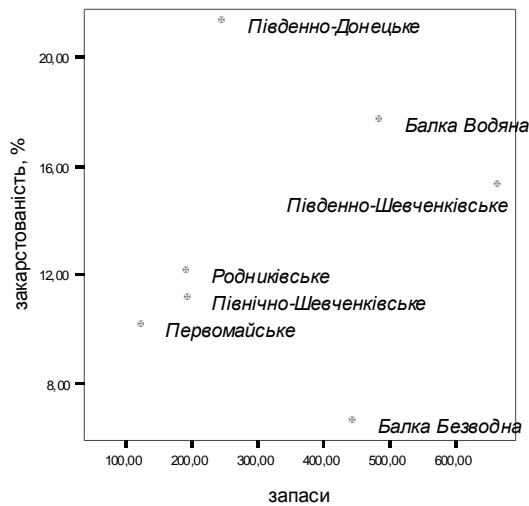


Рис. 4.7. Співвідношення показників кількості запасів та закарстованості для перспективних для розробки родовищ

Економічна оцінка перспективності розробки Родниківського родовища флюсових вапняків

Родниківське родовище флюсових вапняків є перспективним об'єктом для забезпечення запасами Комсомольського РУ.

Комсомольське рудоуправління є найбільшим в Україні виробником флюсового вапняку, забезпечуючи до 40 % потреб металургійних підприємств. В структурі рудоуправління виділяються 2 кар'єри (*Центральний* та *Жеголівський*) та 2 дробильно-збагачувальні фабрики на базі *Каракубського* родовища.

Каракубське родовище складено вапняками (СаО 52–55 %), доломітованими вапняками, розробляється Комсомольським РУ, продуктивність кар'єру 8 млн т на рік, реальна забезпеченість високоякісної сировиною не перевищує 8–9 років.

Прогноз показників економічної оцінки даного об'єкту доцільно проводити базуючись на фінансових показниках роботи підприємств Балаклавського РУ за останні роки, оскільки можна передбачати використання ідентичних систем відпрацювання родовища і збагачення сировини. Ці показники за 2005–2006 роки приведені в табл. 4.8.

Таблиця 4.8

Показники роботи Балаклавського РУ

Показник	2002	2003	2004	2005	Січень-червень 2006	Січень-червень 2007
Доход	87,51	103,60	123,08	153,12	68,253	142,458
Прибуток	-14,32	-46,94	-48,49	-70,34	-36,449	3,231

Запроектовані показники виробничих потужностей із видобутку флюсового вапняку Комсомольського РУ склали 9000 тис. т/рік, фактичні у 2006 р. – 5240 тис. т/рік (3350 тис. т флюсового вапняку та 1890 тис. т конверторного сорту). Виходячи із величини запасів ділянки, які складають 199,66 млн т, з яких 117,06 млн т – конверторних, оптимальні показники виробничої потужності для даного об'єкту наближаються до запроектованих значень .

Термін експлуатації: $0.2\sqrt[4]{199660000}=23.774$. Виробнича потужність підприємства – 8,42 млн т/рік. Саме такі показники забезпечать оптимальний термін експлуатації родовища, який знаходиться в межах 23–24 років.

Визначення поточної вартості *Родниківського* родовища флюсових вапняків залежить від ціни реалізації мінеральної сировини, собівартості видобутку та реалізації продукції. Зараз для Комсомольського РУ фіксується значне покращення показників доходності підприємства, яке пояснюється проведенням технічного переоснащенням, зокрема

автотранспортного цеху та лабораторної бази. Так, за перше півріччя 2007 р. собівартість видобутку і реалізації сировини зросла на 20 % порівняно з відповідним періодом 2006 р., при цьому доход від реалізації сировини зріс на 122 %. Таким чином, показник собівартості 1 т флюсової сировини є трохи більшим порівняно з іншими підприємствами і складає 27,35 грн./т.

Рентабельність майбутнього підприємства буде змінюватись також в широкому діапазоні в залежності від ціни реалізації продукції. Можна приймати декілька показників: 18,5 грн./т – мінімальна ціна на внутрішньому ринку, 20–25 грн./т – середня ціна на внутрішньому ринку, 38 грн./т – ціни при експорті сировини. Аналізуючи приведені вище дані про прибутковість підприємств Комсомольського РУ, можна зробити висновок, що зараз продукція реалізується за максимальними на внутрішньому ринку цінами, які складають 35–36 грн./т.

Приклад розрахунків чистої поточної вартості родовища для варіанту внутрішніх цін на продукцію та максимальної виробничої потужності підприємства наведено на рис. 4.8. При прийнятих показниках доходів та собівартості видобутку сировини освоєння Родниківського родовища флюсових вапняків може бути досить рентабельним із забезпеченням високого відсотку внутрішньої норми прибутку добувного підприємства (більше 20 %), а освоєння самого родовища збільшить показники забезпеченості запасами флюсових вапняків для Комсомольського РУ більше ніж на 20 років.

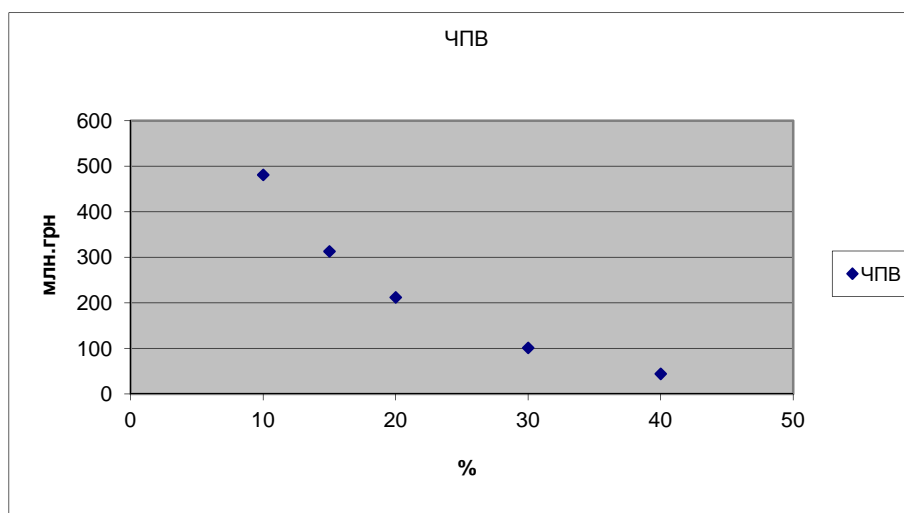


Рис. 4.8. Приклад розрахунків прогнозних показників ЧПВ для Родниківського родовища

Геолого-економічна оцінка Західно-Псілерахської ділянки Каранського родовища

Західно-Псілерахська ділянка *Каранського* родовища розглядається як перспективний об'єкт розширення МСБ флюсових вапняків Балаклавського рудоуправління, яке спеціалізується на виробництві металургійного вапняку. До Балаклавського РУ входять *Псілерахський* і *Кадиківський* кар'єри, що забезпечують сировиною відповідно Балаклавську і Кадиківську дробильно-збагачувальні фабрики. В останні роки проводилась дорозвідка *Західно-Псілерахської* ділянки.

За даними попередньої розвідки вапняки *Західно-Псілерахської* ділянки відповідають вимогам чинних стандартів для металургійної промисловості та для виробництва щебеню будівельного. Загалом, проектна ділянка характеризується компактним розташуванням значних запасів високоякісних флюсових вапняків, великою потужністю покладу корисної копалини, можливістю організації безвідходного виробництва, що свідчить про унікальність *Західно-Псілерахської* ділянки, яка потребує подальшого вивчення і введення в експлуатацію вже найближчим часом.

Розвідані запаси *Західно-Псілерахської* ділянки зможуть значно поповнити сировинну базу Балаклавського РУ, в першу чергу – металургійними вапняками високих сортів. Некондиційні для металургії вапняки вивчаються з метою застосування їх у виробництві соди, для використання у цукровій промисловості та для виробництва будівельного каменю з метою комплексного використання надр.

В результаті виконаних в 2003 р. робіт був забезпечений оперативний приріст запасів промислових кондицій (категорія C_1) в кількості 26 848 тис. т, 16 908 тис. т з яких (63 %) є металургійними вапняками різних марок, у тому числі 12 438 тис. т – феросплавними та конверторними. Запаси некондиційних вапняків, придатних для виробництва будівельного щебеню, складають 9 940 тис. т, або 37 %.

За результатами попередньої розвідки були підраховані запаси вапняків флюсових за категоріями $B+C_1$ – 204 622 тис. т, C_2 – 142 503 тис. т, разом $B+C_1+C_2$ – 347 125 тис. т.

Загальна кількість оцінених за промисловими категоріями B та C_1 запасів станом на 01.01.2003 р. склала 259 498 тис. т.

Приріст запасів промислових категорій за результатами геологорозвідувальних робіт, виконаних в I–III кварталах 2003 р. по *Західно-Псілерахській* ділянці *Каранського* родовища склав 10,3 %. Тобто, якщо за результатами попередніх геологорозвідувальних робіт співвідношення запасів промислових категорій $B+C_1$ до непромислових C_2 складало 75/25 %, то в результаті приросту запасів по матеріалам 2003 р. співвідношення склало 82 % до 18 % відповідно.

Західно-Псілерахська ділянка Караньського родовища розташована в 3,5 км на захід від м. Балаклави – району м. Севастополя АР Крим.

Балаклавське РУ, для поповнення сировинної бази якого проектується детальні роботи на Західно-Псілерахській ділянці Караньського родовища, видобуває близько 20 % флюсових вапняків України.

Стан сировинної бази вапняків Балаклавської групи родовищ, що знаходяться на балансі Балаклавського рудоуправління, приведений нижче (табл. 4.9). Зараз запаси Кадиківського родовища майже відпрацьовані, високоякісні флюсові вапняки практично видобуті, а їх залишки знаходяться нижче рівня моря на 25–45 м, і подальший їх видобуток малорентабельний.

Таблиця 4.9

Запаси Балаклавської групи родовищ

Родовище	Рік затвердження, № протоколу ДКЗ СРСР	Балансові запаси, млн т, (В+С ₁)	Залишок запасів на 01.01.2001 р., млн т
Кадиківське	1966 р. (№5047)	123,2	5,0
Псілерахське	1966 р. (№5047)	168,4	109,8
Гасфорт	1984 р. (№9644)	347,1	347,1
Західно-Псілерахська ділянка	1989 р. (№10716)	329 (С ₁ +С ₂)	329

Гасфортське родовище знаходиться в стані консервації з огляду на екологічні особливості його розробки – наявність питного водозабору на річці Чорна, що протікає поряд із родовищем. Введення в експлуатацію родовища можливе лише за умови реалізації екологічно безпечної технології видобутку, що потребує значних капіталовкладень, яких у рудоуправління немає і не передбачається.

Подальша експлуатація Псілерахського родовища згідно проекту розробки буде проводитись на північно-західному борті кар'єру. Це призведе до знищення лісового масиву на площі 10 га, зняття, вивозу та розміщення у зовнішніх відвалах 17 млн м³ розкритих порід. Виконання проектних рішень ставить питання про доцільність подальшого видобутку вапняків родовища в економічному плані та з точки зору охорони природного навколишнього середовища.

Західно-Псілерахська ділянка перспективна для проведення видобувних робіт, так як знаходиться в більш сприятливих умовах. Вона представляє собою скельний масив, що не має лісового покриття, характеризується значно меншими обсягами розкритих порід та наявністю високоякісних флюсових вапняків.

Враховуючи стан сировинної бази, для забезпечення запасами Балаклавського РУ на значний термін виникла необхідність проведення

детальної розвідки та затвердження запасів *Західно-Псілерахської* ділянки *Каранського* родовища.

Корисною копалиною *Західно-Псілерахської* ділянки *Каранського* родовища є верхньоюрські вапняки, досить різноманітні за структурними особливостями та речовинним складом.

Вапняки – це щільна, монолітна з нерівним зломом порода, зовнішньо безструктурна, аконітового вигляду, основна маса якої може бути насичена глинистою речовиною, алевритами чи більш крупними уламками фауни, теригенного матеріалу, оолітами. Часто структура вапняку переходить в уламкову. За кольором вапнякам властива дуже широка гама відтінків від білого до темно-брунатного, темно-червоного.

Хімічний склад товщі корисної копалини ділянки робіт вивчений за результатами кернових, борозневих та штуфних проб, відібраних та проаналізованих як на стадії попередньої розвідки так і на стадії детальної розвідки (етап робіт по приросту запасів).

Основними оціночними показниками були вміст в вапняках SiO_2 ; CaO ; MgO ; R_2O_3 ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$); P; S; Н.З. (нерозчинний залишок). В межах ділянок оперативного приросту запасів якісні показники змінювалися наступним чином (%): SiO_2 – 0,22–34,77; CaO – 33,64–54,74; MgO – 0,0–1,6; R_2O_3 ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) – 0,33–6,52; P – 0,003–0,123; S – 0,010–0,263; Н.З. (нерозчинний залишок) – 0,58–37,35. Широкі межі коливань показників вмісту SiO_2 та CaO пояснюються наявністю в крайових зонах родовища (блоки 3C_1 та 2C_1) в геологічному розрізі прошарків пісковиків.

Відповідно вмісту оціночних компонентів виділяються наступні, визначені нормативними документами, технологічні сортови різновиди:

- для виробництва феросплавів	Ф-1 (сорт 1), Ф-2 (сорт 2);
- для сталеплавильного виробництва	С-1 (сорт 1), С-2 (сорт 2);
- для мартенівського виробництва	М-1 (сорт 1), М-2 (сорт 2);
- для доменного виробництва	Ч-1 (сорт 1), Ч-2 (сорт 2);
- для виробництва щебеню будівельного	Щ.

Оцінка придатності вапняків проводилася комплексно – в якості металургійної сировини відповідно за технологічними та сортовими різновидами та в якості сировини для виробництва будівельного щебеню. Для підрахункових блоків по всьому вертикальному перетину родовища потужність корисної копалини була прийнята 24 м.

В результаті виконаного оперативного приросту запасів переведено з категорії C_2 в категорію C_1 – 26 848 тис. т вапняків з яких 16 908 тис. т (63 %) є металургійними (з них 12 438 тис. т феросплавні та конверторні або 46,3 %) та 9 940 тис. т (37 %) – вапняки для виробництва будівельного щебеню. За результатами попередньої розвідки співвідношення металургійних вапняків до вапняків для виробництва щебеню було, відповідно, 67,2 % до 32,8 %.

Співвідношення вапняків, придатних для використання в металургійній промисловості, до вапняків, придатних для виробництва будівельного щебеню, в прирощених запасах практично аналогічне визначеному на стадії попередньої розвідки та складає, відповідно, 63 % до 37 % (приріст запасів) і 67,2 % до 32,8 % (попередня розвідка).

За результатами приросту балансу запасів *Західно-Псілерахської* ділянки *Караньського* родовища вапняків флюсових станом на 01.09.2003 р. наступний (за категоріями): В – 906 тис. т; С₁ – 28 6140 тис. т; В+С₁ – 287 046 тис. т; С₂ – 60 079 тис. т; В+С₁+С₂ – 347 125 тис. т.

Співвідношення головних оціночних показників флюсових вапняків для підрахункових горизонтів родовища приведені на рис. 4.9–4.14 .

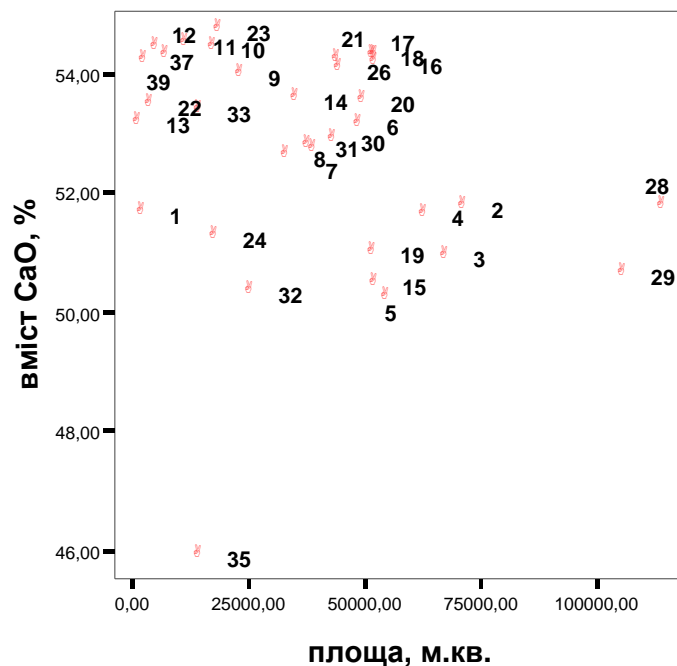


Рис. 4.9. Співвідношення площі та вмісту СаО підрахункових горизонтів

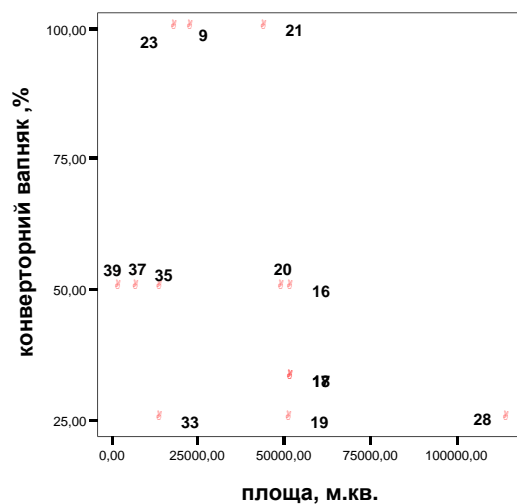


Рис. 4.10. Співвідношення площі та виходу конверторних вапняків (за кількістю перетинань горизонту)

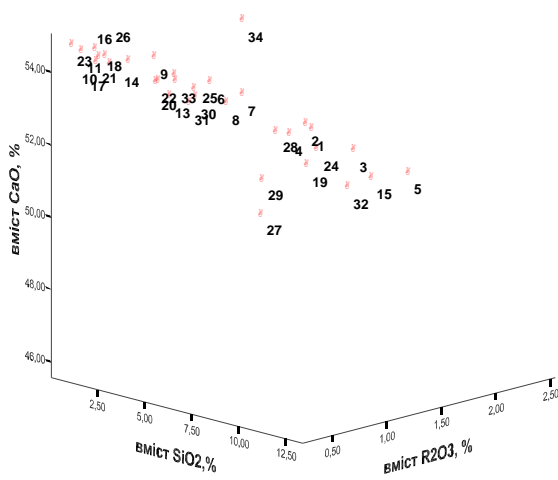


Рис. 4.11. Співвідношення вмісту CaO, R₂O₃ та SiO₂ в підрахунокових горизонтах

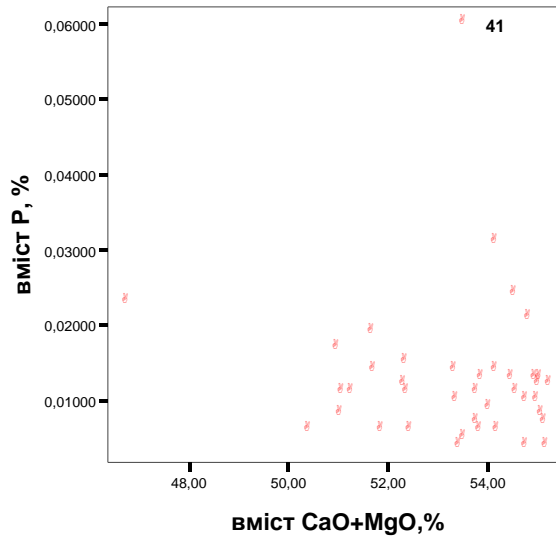


Рис. 4.12. Співвідношення вмісту CaO+MgO та фосфору в підрахунокових горизонтах порівняно з вимогами ДЕСТ для конверторних вапняків

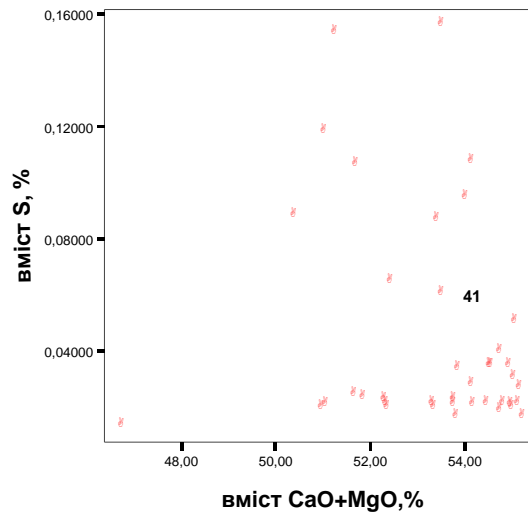


Рис. 4.13. Співвідношення вмісту CaO+MgO та сірки в підрахунокових горизонтах порівняно з вимогами ДЕСТ для конверторних вапняків

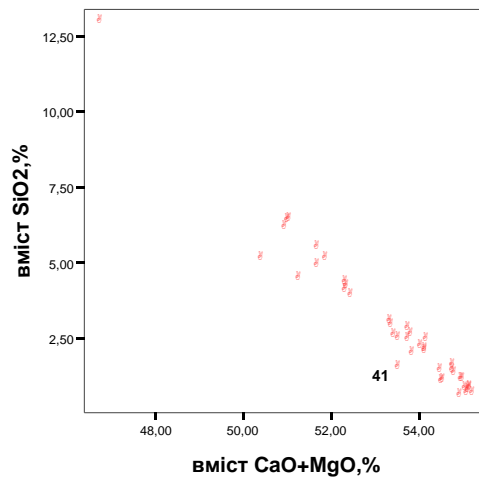


Рис. 4.14. Співвідношення вмісту CaO+MgO та кремнезему в підрахунокових горизонтах порівняно з вимогами ДЕСТ для конверторних вапняків

Економічна оцінка перспективності розробки Західно-Псілерахської ділянки Каранського родовища

Прогноз показників економічної оцінки даного об'єкту доцільно проводити базуючись на фінансових показниках роботи підприємств Балаклавського РУ за останні роки, оскільки можна передбачати використання ідентичних систем відпрацювання родовища і збагачення сировини. Ці показники за 2005–2006 роки приведені нижче (табл. 4.10).

Таблиця 4.10

Фінансові показники Балаклавського РУ

	Чистий дохід		Прибуток	
	2006	2005	2006	2005
Балаклавське РУ	75	54,24	3,27	0,23

Проектні показники виробничих потужностей даних підприємств оцінюються в 7 100 тис. т/рік, фактичні складають 3 996 тис. т/рік. Виходячи із величини запасів ділянки, які складають за категоріями В+С₁ 204 622 тис. т, за категоріями В+С₁+С₂ 347 125 тис. т, оптимальні

показники виробничої потужності для даного об'єкту наближаються до запроєктованих значень (навіть збільшуються до 10 млн т/рік). Саме такі показники забезпечать оптимальний термін експлуатації родовища, який знаходиться в межах 24–33 років.

$$\text{Термін експлуатації: } 0.2\sqrt[4]{347125000} = 27.299$$

Визначення поточної вартості *Західно-Псілерахської* ділянки залежить в першу чергу від ціни реалізації мінеральної сировини. Рентабельність майбутнього підприємства змінюється в широкому діапазоні від декількох відсотків при мінімальній ціні на флюсові вапняки в 18,5 грн./т до 10–15 % за цінами внутрішнього ринку в 25 грн./т, максимальних значень показники сягають при розрахунках, які базуються на цінах зовнішнього ринку – 35–38 грн./т.

Аналізуючи приведені вище дані про прибутковість підприємств Балаклавського РУ, можна зробити висновок, що зараз продукція реалізується за мінімальними цінами, які до того ж є найнижчими для вітчизняних виробників.

Приклад розрахунків чистої поточної вартості родовища для варіанту внутрішніх цін на продукцію та максимальної виробничої потужності підприємства наведено на рис. 4.15.

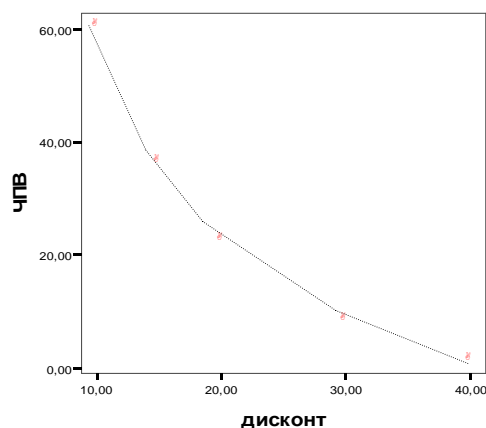


Рис. 4.15. Визначення чистої поточної вартості (млн грн.) та внутрішньої норми прибутку при експлуатації *Західно-Псілерахської* ділянки Каранського родовища

Зараз для Балаклавського РУ головні проблеми розробки родовищ флюсових вапняків пов'язані з екологічними обмеженнями та скороченням видобутку сировини, що спричинене включенням земельних ділянок Балаклавської бухти до курортної зони. Зокрема, зараз запропоновано ліквідацію Балаклавської дробильно-збагачувальної фабрики до 2010 р. із наступним транспортуванням видобутих флюсових вапняків *Псілерахського* родовища на Кадиківську ДЗФ. Але такі пропозиції мають багато недоліків, оскільки за оцінками експертів вартість перевезень цього виду сировини залізничним транспортом деколи в 2 рази перевищує відпускну ціну виробника, тому споживачі намагаються закуповувати флюс ближче до металургійних комбінатів. Саме через причини віддаленості від споживачів це підприємство в 2005 р. знизило ціни на свою продукцію (і кримський вапняк був дешевший, ніж сировина із підприємств Донбасу) та реалізовувало поставки вапняку морським транспортом.

Запроектowana ліквідація Балаклавської дробильно-збагачувальної фабрики може призвести до погіршення показників рентабельності підприємства, оскільки вимагатимуться значні кошти на:

- будівництво технологічної лінії для поставок флюсової сировини із місцевих кар'єрів на Кадиківську фабрику у розмірі більше 25 млн грн.;
- реконструкцію Кадиківської ДЗФ із залізницею та під'їзними шляхами у розмірі 100 млн грн.;
- придбання обладнання для кар'єру – приблизно 11 млн грн.;
- будівництво на кар'єрі дробильно-транспортного комплексу для доставки вапняків на Кадиківську ДЗФ – 11,6 млн грн.;
- ліквідація Балаклавської фабрики – 18 млн грн.;
- рекультивація відпрацьованих кар'єрів і відвалів – 9,1 млн грн.

Для цього проекту очікуваний прибуток від реалізації продукції складає 6,5 млн грн.; річний економічний ефект від використання конвеєрного транспорту – 4,4 млн грн. При цьому звільняється територія площею 57 га, яка після рекультивації може використовуватись для рекреаційного будівництва.

Економічна оцінка перспективності розробки ділянки Балка Безводна Оленівського родовища флюсових вапняків

Оленівське родовище складено вапняками (СаО 52–54 %), доломітизованими вапняками (СаО 36–47 %), доломітами, розробляється Докучаєвським флюсодоломітовим комбінатом, продуктивність кар'єру понад 6 млн т на рік, річний видобуток біля 2 млн т.

Ділянка *Балка Безводна* виділена як перспективний об'єкт для розвідки та освоєння після *Родниківського* родовища. Тут в 1980-х роках проведені пошуково-оціночні роботи і підраховані запаси флюсових вапняків у кількості 153 380 тис. т; з яких вапняки флюсові звичайні – 107 189 тис. т, доломітизовані вапняки – 14 487 тис. т, доломіти – 31 705 тис. т. Ділянка характеризується значним показником виходу конверторних вапняків – більше 69 %. Приймаючи до уваги, що оцінка запасів проводилась досить давно, доцільною буде переоцінка (експертиза) запасів із врахуванням сучасних технологій видобутку і збагачення сировини.

Прогноз показників економічної оцінки даного об'єкту доцільно проводити, базуючись на фінансових показниках роботи підприємств Докучаївського ФДК за останні роки, оскільки можна передбачати використання ідентичних систем відпрацювання родовища і збагачення сировини. Ці показники за 2005–2006 роки приведені в табл. 4.11. Виробництво продукції по ДФДК за 2004 рік зафіксовано у наступних обсягах: вапняк звичайний – 3269,6 тис. т, вапняк доломітизований – 2559,1 тис. т, доломіт сирий – 661,3 тис. т, щебінь – 290,2 тис. т, вапняк для технологічного вапна – 862,4 тис. т, доломіт випалений – 193,2 тис. т.

Таблиця 4.11

Фінансові показники роботи підприємств Докучаївського ФДК, млн грн.

Показник	2002	2003	2004	2005
Доход	189,42	208,84	234,28	290,44
прибуток	0,12	1,03	1,42	10,31

Проектні показники виробничих потужностей із видобутку флюсового вапняку Докучаївського ФДК оцінюються в 7300 тис. т/рік, фактичні – у 6420 тис. т/рік. Виходячи із величини запасів ділянки, які становлять 153 380 тис. т, оптимальні показники виробничої потужності для даного об'єкту складають 6,97 млн т/рік .

Термін експлуатації: $0.2\sqrt[4]{153380000} = 22.257$. Виробнича потужність підприємства – 6,97 млн т/рік. Саме такі показники забезпечать оптимальний термін експлуатації родовища, який знаходиться в межах 22–23 років.

Точні розрахунки для поточної вартості об'єкту та його окупності і прибутковості доцільно визначити після проведення додаткового геологічного і технологічного вивчення.

4.4. Визначення вартості прогнозних ресурсів і запасів родовищ флюсових вапняків і доломітів

Визначення вартості ресурсів і запасів флюсових вапняків і доломітів проводилось за методикою, запропонованою ВСЕГЕИ.

Для родовищ доломіту вихідні дані для розрахунку та результати наведені на рис. 4.16, 4.17.

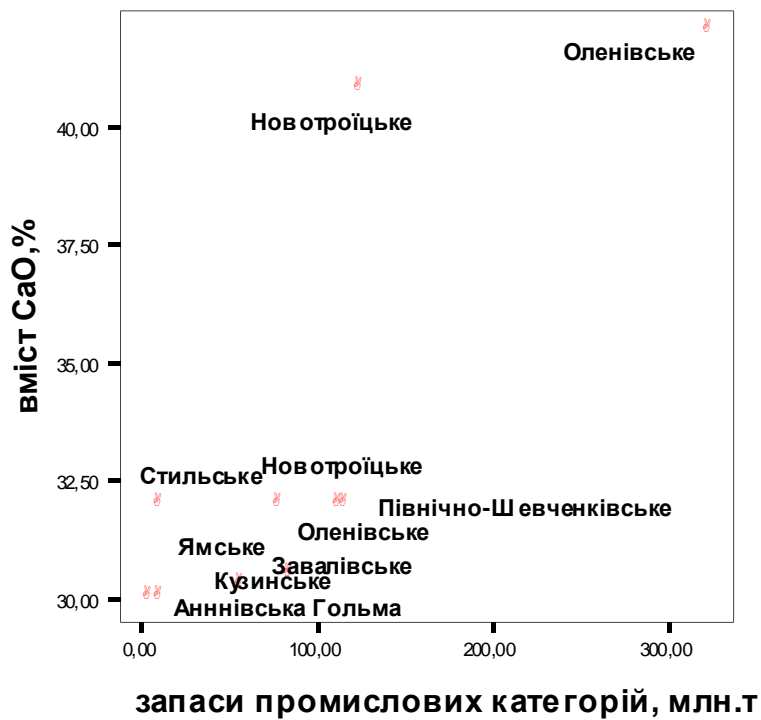


Рис. 4.16. Співвідношення запасів та вмісту СаО

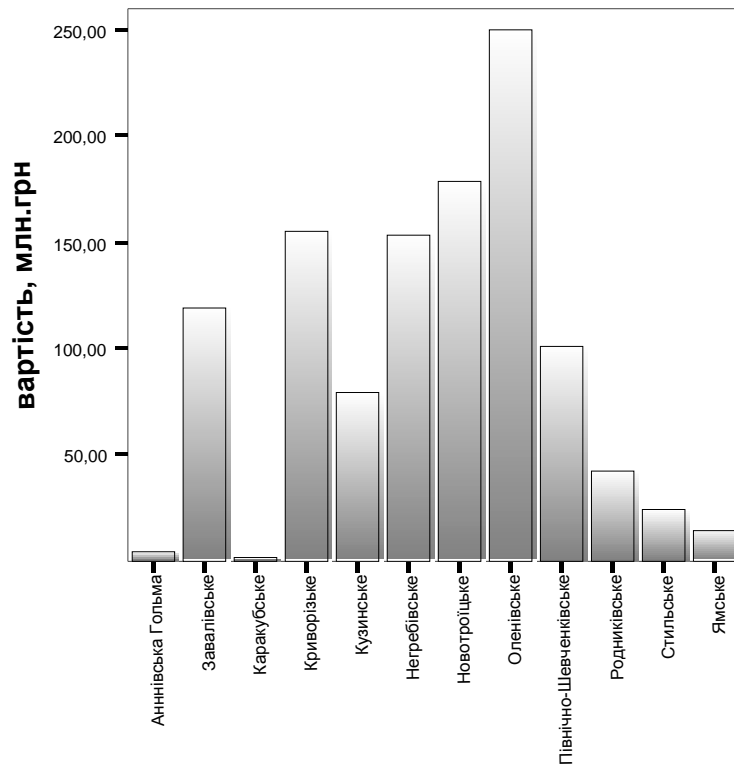


Рис. 4.17. Розрахована вартість родовищ і проявів доломіту

Для родовищ флюсових вапняків якісні та кількісні вартісні показники наведені в табл. 4.12.

Таблиця 4.12

Якісні та кількісні вартісні показники родовищ флюсових вапняків

Родовище	запаси/ресурси	коефіцієнт приведення	вартість, млн грн.
Оленівське	323,9	0,0445	720,68
Новотроїцьке	124,5	0,0445	277,01
Каракубське	0,6	0,0445	1,34
Північно-Шевченківське	194,3	0,0174	106,84
Балка Безводна	153,38	0,0174	133,44
Родниківське	199,66	0,028	279,52

Родниківське, західна ділянка	102,23	0,028	143,12
Родниківське, східна ділянка	97,43	0,028	136,4
Первомайське	238,9	0,0174	207,84
Первомайське, західна ділянка	145,5	0,0174	126,59
Первомайське, східна ділянка	93,4	0,0174	81,26
Балка Водяна	464,4	0,027	626,94
Балка Водяна, західне крило	172,2	0,027	232,47
Балка Водяна, східне крило	292,2	0,027	394,47
Південно-Шевченківське	358,7	0,027	484,25
Південно-Донецьке	102,7	0,027	220,05
Південно-Донецьке, Центральна ділянка	102,7	0,027	138,65
Південно-Донецьке, Північна ділянка	60,3	0,027	81,41
Покрово-Кириївське	2,59	0,0174	2,25
Кадиківське	30	0,0445	66,75

4.5. Геолого-економічна оцінка родовищ флюсових вапняків, які розробляються

Для проведення ґрунтового геолого-економічного, екологічного аналізу перспективності розробки родовищ флюсової сировини необхідно дослідити рентабельність видобутку на родовищах, які експлуатуються тривалий час. Це дозволить визначити від яких геологічних та технологічних факторів залежить прибутковість розробки родовищ флюсової сировини. Крім цього такий аналіз дозволить виявити економічну обґрунтованість припинення видобутку сировини на окремих родовищах (зокрема, *Балаклавської* групи) чи переорієнтації добувних підприємств на інші галузі використання карбонатних порід.

Основні запаси і весь видобуток доломіту (біля 700 тис. т на рік) для металургії зосереджені в *Донбасі*, де в карбоні *Волноваської* зони розміщені *Стильське, Новотроїцьке, Оленівське, Північношевченківське, Каракубське* родовища. Прогнозні ресурси доломітів і доломітизованих вапняків – 2 млрд т. Розробляються родовища *Стильське, Оленівське* і *Новотроїцьке*. На жаль, породи всіх родовищ, крім *Стильського*,

можуть використовуватися тільки для доменного і мартенівського виробництва.

Видобутком флюсового вапняку зараз займаються 6 підприємств, серед яких спеціалізованими з видобутку флюсової сировини є Комсомольське і Новотроїцьке рудоуправління, Докучаївський флюсоделомітний комбінат, Балаклавське рудоуправління.

Комсомольське рудоуправління є найбільшим в Україні виробником флюсового вапняку, забезпечуючи до 40 % потреб металургійних підприємств. В структурі рудоуправління виділяються 2 кар'єри (*Центральний* та *Жеґолєвський*) та 2 дробильно-збагачувальні фабрики на базі *Каракубського* родовища.

Докучаївський флюсоделомітний комбінат працює на базі вапнякових *Оленівських* кар'єрів. Підприємство розробляє *Оленівське* і *Стільське* родовища вапняків і доломітів чотирма кар'єрами: *Центральним*, *Доломітовим*, *Східним* і *Стільським*. Комбінат є основним виробником випаленого металургійного доломіту і єдиним в Україні по виробництву порошків для конверторних вогнетривів.

За даними роботи ДФДК [www.dfdk.com.ua] корисною копалиною, що видобувається є карбонатні породи, що характеризуються високими показниками фізико-механічних властивостей. Середні значення механічної міцності 1200–1500 кг/см² для вапняків, 1200–1300 кг/см² для доломітів. Об'ємна вага карбонатних порід 2,5–2,6 г/см³. Пористість змінюється від 0.72 до 8.8 і в середньому для товщі вапняків складає 2.6 %, магнезійної товщі – 2.7%. Природна вологість 0.1–0.6 %. Якість карбонатної сировини задовольняє вимогам промисловості до флюсових матеріалів і вогнетривів. Масова частка СаО+MgO складає 53–55 %; масова частка фосфору не більше 0,01 %; сірки – не більше 0,03–0,15 %. Масова частка MgO в доломітах коливається від 15 до 18.5 %. Основні характеристики товарної продукції ДФДК наведені в табл. 4.13.

До складу Балаклавського РУ, яке спеціалізується на виробництві металургійного вапняку, входять *Псилерахський* і *Кадиківський* кар'єри, що забезпечують сировиною відповідно Балаклавську і Кадиківську дробильно-збагачувальні фабрики. В останні роки для цього підприємства проводилася дорозвідка *Західно-Псилерахської* ділянки *Каранського* родовища. Як показано вище, наразі для Балаклавського РУ головні проблеми розробки родовищ флюсових вапняків пов'язані з екологічними обмеженнями та скороченням видобутку сировини.

Новотроїцьке РУ розробляє однойменне родовище вапняків і доломітів.

Крім цього, в Криму ВАТ „Керченський вапняк” розробляє *Краснопартизанське* родовище вапняків із невеликими (порівняно з попередніми підприємствами) виробничими потужностями. Трапляються випа-

дки виробництва флюсових вапняків на кар'єрах, що спеціалізуються на будівельній сировині (наприклад, Євпаторійський завод будівельних матеріалів).

Таблиця 4.13

Основні характеристики товарної продукції ДФДК

Вид товарної продукції	Марка	Крупність, мм
Вапняки флюсові для доменного виробництва ТУ У 14.1-00191856-005-2003	Ч-1, Ч-2 ЧД-1, ЧД-2 ЧДУ-1, ЧДУ-2	10–20 20–50 40–80 0–25 5–25
Вапняки флюсові для сталеплавильного і феросплавного виробництва ТУ У 14.1-00191856-005-2003	Ф-1, Ф-2 С-1, С-2 КДУ-1, КДУ-2	40–80, 80–130 20–50 20–80
Вапняк флюсовий звичайний ВАТ "ДФДК" для виробництва вапна в цукровій промисловості, марки ИС ТУ У 14.1-00191856-005-2003	ИС	40–80 50–150
Доломіт сирий металургійний ДСТУ 322-14-006-97	ДСМ-2, ДСМ-3	5–25 10–40
Доломіт обпалений металургійний ДСТУ 322-14-005-97	ДОМ-1 ДОМ-2 ДОМ-3 ДОМ-5	2–20 2–20 2–20 0,3–4
Вапняк флюсовий звичайний ВАТ "ДФДК" для виробництва технологічного вапна в цементній і інших галузях промисловості ТУ У 14.1-00191856-005-2003	Т-1 Т-2	40–80 80–130
Озалізнений доломітовий флюс ТУ У 14.1-00191856-007-2005	ОДФ-Д	10–40
Мука доломітова ТУ У 14.1-00191856-006-2004	ДМП ДМО-1 ДМО-2	0–3

Визначення залежності між рентабельністю гірничодобувних підприємств та техніко-економічними характеристиками родовищ, які вони розробляють, проводилось для *Оленівського, Новотроїцького, Каракубського, Кадиківського, Псілерахського, Краснопартизанського* родовищ флюсових вапняків і доломітів, та відповідних підприємств – Комсомольського, Новотроїцького, Балаклавського РУ, Докучаївського флюсодоломітного комбінату.

Для визначення залежностей використовувались інструменти регресійного аналізу для наступних показників родовищ і підприємств: величина запасів флюсової сировини (окремо для вапняків і доломітів), фактичний видобуток сировини, проектна виробнича потужність

підприємств, значення доходу та прибутку підприємств за період 2000–2005 рр.

Фактичні дані щодо прибутковості підприємств із видобутку флюсових вапняків приведені на рис. 4.18, 4.19, табл.4.14–4.17, на яких видно, що більшість підприємств мають позитивні показники доходу та тенденцію його збільшення, крім Балаклавського РУ, показники якого залишались майже стабільними через перелічені вище причини [www.dfdk.com.ua, rudo.dn.ua, www.ukrrudprom.com]. Показники прибутку добувних підприємств мали позитивні значення, за виключенням Комсомольського РУ, що, можливо, свідчить про використання недосконалих технологій та/або неефективну цінову політику підприємства.

Залежності між показниками запасів, видобутку сировини на родовищах та прибутковості підприємств наведені на рис. 4.20–4.22, де цифрами позначені наступні родовища флюсових вапняків: 1 – *Оленівське*, 2 – *Новотроїцьке*, 3 – *Каракубське*, 4 – *Кадиківське* та *Псілеракське*, 5 – *Краснопартизанське*; доломітів: 6 – *Оленівське*, 7 – *Новотроїцьке*.

Простежується чітка залежність між показниками кількості запасів родовища і фактичного виробництва сировини (коефіцієнт парної кореляції між ними складає 0,62). Найкращі співвідношення цих показників характерні для *Оленівського* та *Каракубського* родовищ флюсових вапняків.

При цьому характерна відсутність суттєвого впливу величини запасів і видобутку сировини на прибуток добувного підприємства, прикладом чого є *Каракубське* родовище із найбільшими значеннями видобутку вапняків, середніми значеннями запасів сировини та найменшим прибутком підприємства. Відповідно привертає увагу обернена залежність між показниками кількості видобутку сировини на родовищах та прибутку (коефіцієнт кореляції – 0,63). Максимальні значення прибутку можуть мати об'єкти із найменшими показниками видобутку.

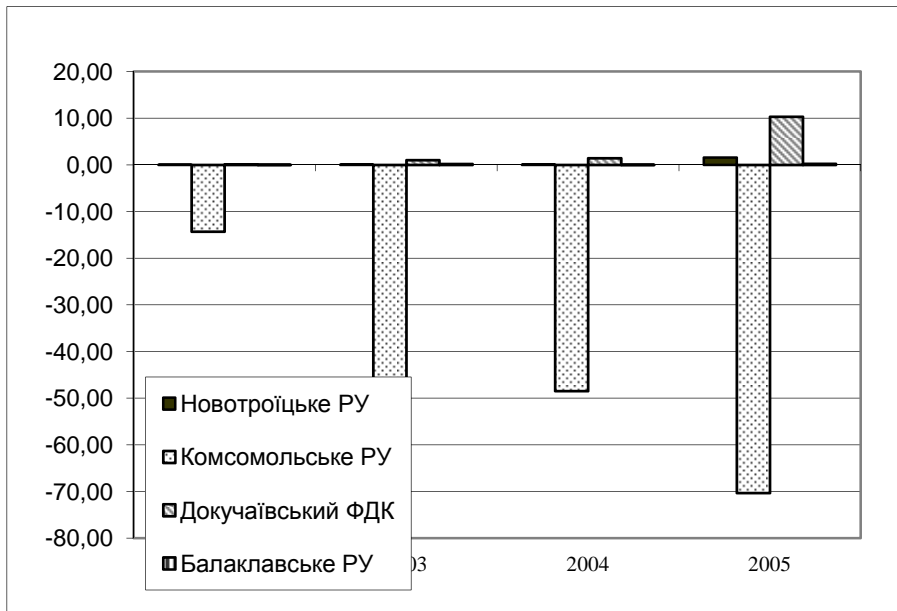


Рис. 4.18. Динаміка прибутку підприємств – виробників флюсової карбонатної сировини, млн грн.

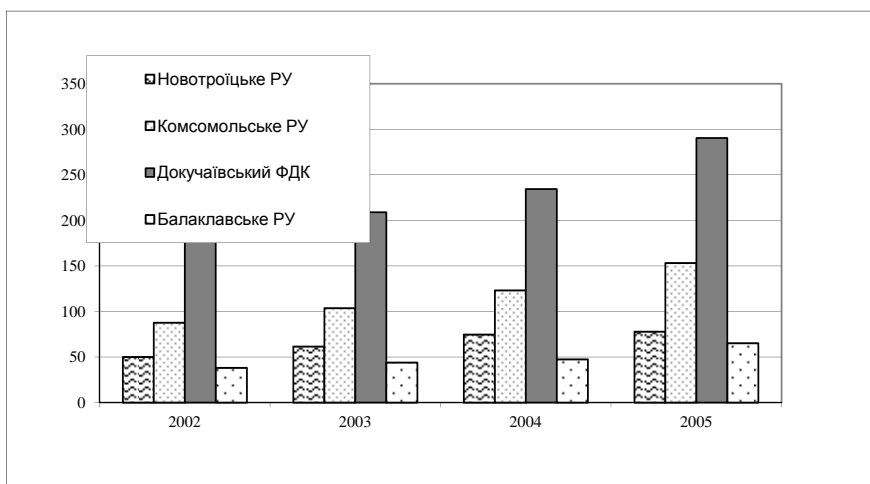


Рис. 4.19. Динаміка доходу підприємств – виробників флюсової карбонатної сировини, млн грн.

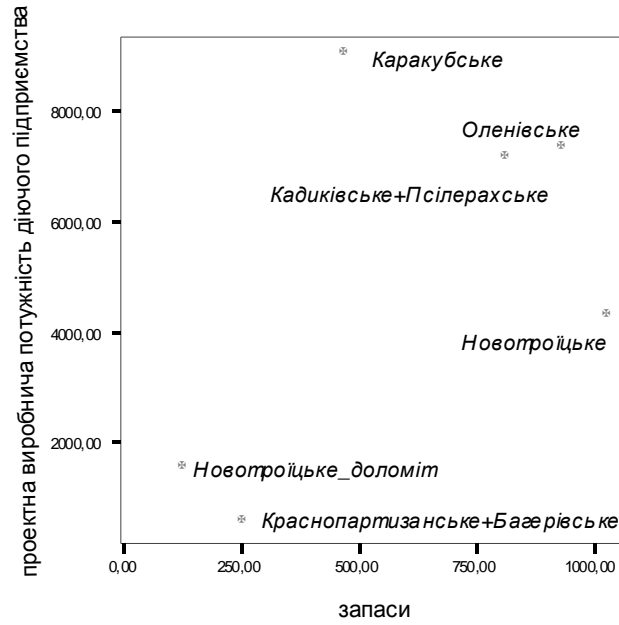


Рис. 4.20. Співвідношення кількості запасів родовищ і виробничої потужності підприємств



Рис. 4.21. Співвідношення фактичного виробництва сировини і доходу добувних підприємств

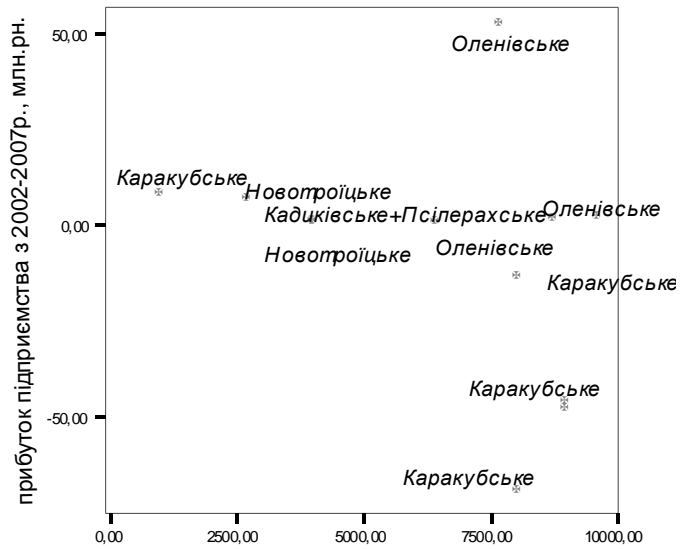


Рис. 4.22. Співвідношення фактичного виробництва сировини і прибутку добувних підприємств

Таблиця 4.14
Основні техніко-економічні показники роботи Новотроїцького РУ

Марки і сорти продукції	Одиниця виміру	Обсяг виробництва в натуральних одиницях	Обсяг виробництва у грошовому виразі (у діючих цінах) (тис.грн.)	Чистий дохід (виручка) від реалізації 2006 р. (тис.грн.)
Марка ЧД-1, ЧД-2, Фр.10-40, 20-90, Марка С-1, С-2, Ч-1, Ч-2, Т-1, Т-2, фр.10-40, 20-40, 20-90, 40-80, 80-130	тис. т	2 193,60	47 577,6	47 806
Марка Д-2, Д-3 фр.10-40, 20-903	тис. т	289,6	9 207,80	9 292
Марка 600 фр.3-20, 10-40, 20-40, 40-90	тис. т	248,4	2 814,6	3 251
Всього			60 366,0	61 115

Таблиця 4.15

Основні фінансові показники роботи Новотроїцького РУ

Стаття	2006	2007
Доход (виручка) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)	73 329	114 711
Чистий доход (виручка) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)	61 115	35 616
Собівартість реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)	42 743	55 480
Валовий прибуток	18 372	40 136
Адміністративні витрати	4 125	7 746
Витрати на збут	4 860	7 217
Інші операційні витрати	34 010	75 822
Фінансові результати від операційної діяльності:		
- прибуток	7 679	23 010
Чистий прибуток	5 984	16 296

Таблиця 4.16

Основні техніко-економічні показники роботи Балаклавського РУ

Марки і сорти продукції	Одиниця виміру	Обсяг виробництва в натуральних одиницях	Обсяг виробництва у грошовому виразі (у діючих цінах) (тис. грн.)	Чистий доход (виручка) від реалізації 2006 р. (тис. грн.)
Вапняк	тис. т	2 744,30	51 924,5	52 750
Камінь бутовий	тис. т	10,5	527,6	567
Матеріал піщаний	тис. т	388,8	5 537,9	2 886
Матеріал щебеновий	тис. т	633,1	13 102,2	16 102
Всього			71 092,2	74 212

Таблиця 4.17

Основні фінансові показники роботи Балаклавського РУ

Стаття	2006	2007
Доход (виручка) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)	65 089	89 055
Чистий доход (виручка) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)	54 241	74 212
Собівартість реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)	34 383	44 097
Валовий прибуток	19 858	30 115
Адміністративні витрати	4 817	5 991
Витрати на збут	9 248	7 018
Інші операційні витрати	11 766	8 603
Фінансові результати від операційної діяльності:		
- прибуток	3 602	7 665
Чистий прибуток	228	3 274

Таким чином, в результаті проведеного аналізу залежності між показниками рентабельності гірничодобувних підприємств та техніко-економічними характеристиками вітчизняних родовищ флюсової карбонатної сировини можна зробити наступні висновки:

- існує пряма залежність між кількістю запасів сировини та фактичним видобутком корисних копалин на досліджуваних об'єктах;
- спостерігається обернена залежність між показниками виробничих потужностей підприємств з видобутку флюсової сировини та показників прибутку.

Особливої уваги в подальших оцінках заслуговує експлуатація *Каракубського* родовища (Комсомольське рудоуправління), яке має найкращі співвідношенні кількості запасів родовища і фактичного виробництва сировини і критичні показники доходу і прибутку підприємства. Такі співвідношення видобутку сировини і прибутку є дивними, оскільки саме Комсомольське РУ є основним постачальником якісних флюсових вапняків для конверторного виробництва для вітчизняних металургійних підприємств (частка конверторних вапняків в сукупних запасах *Каракубського* родовища складає більше 65 %).

ВИСНОВКИ

Головними результатами, що отримані, можна вважати наступні.

1. Сформована система геологічних, технологічних, техніко-економічних показників по об'єктах вітчизняної МСБ флюсової сировини у відповідності з вимогами сучасного металургійного виробництва. Показано, що *Покрово-Кириївське* та *Бахтинське* родовища належать до гідротермального малосульфідного стратиформного типу, а їх руди є метасоматичними карбонатно-флюоритовими й кварц-польовошпат-флюоритовими і можуть бути джерелом флотаційних плавиковошпатових концентратів. За ступенем геологічного та техніко-економічного вивчення, сприятливістю гірничо-геологічних умов перспективним об'єктом для експлуатації є *Бахтинське* родовище. Визначено, що можливості випуску кускових концентратів пов'язані лише з прогнозними ресурсами кварц-флюоритових руд *Суцано-Пержанської* зони (прояв *Центральний*) та *Бобринецького* розлому (*Бобринецький* прояв).

2. Отримані показники, які характеризують тенденції розвитку ринку флюсової сировини (темпи росту, параметри продажу, цін та запасів, статистика цін) і дозволяють прогнозувати їх значення при проведенні економічної оцінки родовищ. Аналіз кон'юнктури міжнародного ринку плавиковошпатової продукції дозволив виявити, що сучасний ринок плавикового шпату характеризується падінням виробництва порівняно з попередніми десятиліттями та відносно сталими показниками виробництва і міжнародної торгівлі за останні роки, а також деякими змінами у структурі споживання цього виду сировини. Зокрема показано, що головними характеристиками ринку, необхідними для економічної оцінки родовищ з позицій доходного підходу, є ціна концентратів (80–160 \$/т) та обсяги споживання вітчизняними підприємствами (55–65 тис. т/рік).

3. Проведено вартісну експрес-оцінку вітчизняних родовищ і рудопроявів плавикового шпату та флюсових вапняків за якісними і кількісними параметрами. Результати експрес-оцінки вартості запасів корисних копалин родовищ та рудопроявів флюориту довели, що із врахуванням кількості і якості запасів корисних копалин, складності геологічної будови, цін на товарну продукцію та інших характеристик, найбільш перспективним об'єктом для освоєння є *Бахтинське* родовище флюориту. Вартісна оцінка *Бахтинського* родовища дає змогу стверджувати, що інвестування гірничо-збагачувального підприємства на базі родовища є доцільним за умов реалізації випущеної продукції за ринковими міжнародними цінами та при значеннях ставки дисконтування 8–10 %. При зростанні відсоткової ставки ефективність інвестування буде від'ємною. Різниця між можливими збитками під час розробки родовища та вартістю флюоритових концентратів, що імпортуються, яка закладена у розрахунках, може обумовити його привабливість для інвестування з боку великих металургійних комбінатів.

4. Головні перспективи скорочення потреб України у плавиковошпатових концентратах пов'язані із залученням процесів безкоксової металургії в гірничо-металургійному комплексі, що може суттєво скоротити обсяги споживання флюориту і значно зменшити екологічні наслідки використання фтору. В існуючих економічних умовах реалізація цих проектів можлива в довгостроковій перспективі, а в найближчий термін потреби у плавиковошпатовій сировині прогноуються на визначеному рівні.

5. Проведений геолого-економічний аналіз вітчизняної МСБ флюсових вапняків. Як перспективні для освоєння, з урахуванням довгострокових потреб металургії у якісних флюсах, виділені такі об'єкти:

- **Родниківське родовище** флюсових вапняків є перспективним об'єктом для забезпечення запасами Комсомольського РУ. При проведенні оцінювальних робіт встановлено погіршення якості вапняків, збільшення показників закарстованості та водопритоків у виробки. Тим не менш воно все ж розглядається як сировинна база діючих підприємств. За прийнятими показниками доходів та собівартості видобутку сировини освоєння *Родниківського* родовища може бути високо рентабельним із забезпеченням високого відсотку внутрішньої норми прибутку добувного підприємства (більше 20 %). Освоєння родовища збільшить показники забезпеченості запасами флюсових вапняків для Комсомольського РУ більше ніж на 20 років.
- **Ділянка Балка Водяна Оленівського родовища** характеризується якісними показниками запасів, значним виходом конверторних вапняків, невеликою закарстованістю. Її експлуатація може бути рентабельною, виходячи із технологій видобутку і переробки флюсових вапняків, які використовуються зараз на Докучаївському ФДК. Залучення цього родовища до експлуатації забезпечить підприємство запасами на 20–22 роки.
- Економічна оцінка перспективності розробки **Західно-Псілерахської ділянки Каранського родовища** флюсових вапняків свідчить про невисоку ступень ефективності її розробки через невелику частку конверторного сорту вапняків в запасах сировини і необхідність залучення значних обсягів капіталовкладень, пов'язаних із ліквідацією Балаклавської ДЗФ до 2010 р. і наступним транспортуванням видобутих флюсових вапняків *Псілерахського* родовища на Кадиківську ДЗФ, яка теж потребує реконструкції.

6. Проведені розрахунки показали, що найбільш вартісними об'єктами вітчизняної МСБ флюсових вапняків серед родовищ, що розробляються є *Оленівське*; серед попередньо розвіданих родовищ – *Гасфорт*, *Балка Водяна*, *Південно-Шевченківське*. Це узгоджується із показниками запасів цих об'єктів і терміном забезпеченості промисловими запасами гірничозбагачувального підприємства, яке розробляє *Оленівське* родовище (49 р.). Апробація кількох методів при попередньому визначенні вартісних показників родовищ дозволила виявити вагомні недоліки існуючих методик оцінки та розробити рекомендації щодо їх усунення.

6. Окремі розрахунки проведені для родовищ доломітів та доломітизованих вапняків. Визначення вартості корисних копалин за методикою коефіцієнтів приведення для родовищ та перспективних проявів

доломіту та доломітизованих вапняків показало, що найбільші їх значення мають *Оленівське* та *Новотроїцьке* родовища.

7. Зважаючи на подальше зростання потреб у флюсових вапняках та жорсткі вимоги, які будуть висуватись до їх якості у зв'язку із залученням нових технологічних процесів у металургії, доцільним було б проведення пошукових та пошуково-оцінювальних робіт на інших (крім Донбасу та Гірського Криму) перспективних територіях, зокрема на площах розвитку силурійських і неогенових вапняків Волино-Поділля. Це може вирішити проблему забезпеченості запасами на середньо- і довгострокову перспективу (більше 20–25 років).

8. Доведена можливість використання методик регресійного і кореляційного аналізу для експрес-оцінки вартості запасів корисних копалин на початкових етапах вивчення надр. Для оцінок ділянок із ресурсами категорій P_1 - P_3 доцільно використовувати апарат регресійного і кореляційного аналізу, для чого необхідна вибірка певних характеристик як досліджуваного об'єкту, так і об'єктів-аналогів. Як правило, використовують співвідношення показників якісних та кількісних характеристик родовищ: вміст основного та супутніх корисних компонентів, кількість запасів, морфометричні характеристики тіла корисної копалини; серед техніко-економічних показників можуть бути: технологічні особливості видобутку і збагачення корисної копалини, виробнича потужність добувального підприємства, оціночні показники експлуатаційних витрат і капіталовкладень.

9. Для використання методики експрес-оцінки вартості корисних копалин із застосуванням коефіцієнтів приведення для етапів початкового геологічного вивчення об'єктів надрокористування вибір мінімального, середнього, максимального показника коефіцієнтів приведення повинен проводитись із врахуванням якісних характеристик родовища або прояву. Для плавиковошпатових родовищ це вміст CaF_2 , наявність супутніх корисних копалин, можливість комплексної розробки родовищ, технологічні показники видобутку і збагачення сировини; для родовищ флюсових вапняків, крім вище перелічених показників, можна враховувати вихід конверторних вапняків і ступінь закарстованості досліджуваного об'єкту. Ця методика придатна для оцінки родовища, поля або перспективної зони, а не для їх окремих ділянок і флангів через вище зазначені причини необ'єктивного зменшення запасів та ресурсів. При дотриманні цих умов запропонований інструмент вартісної оцінки надр на початкових етапах вивчення можна використовувати для визначення початкової ціни аукціонів з надання спеціальних дозволів на користування надрами для ділянок, які надаються для геологічного вивчення.

10. Результати досліджень можуть впроваджуватись при розробці методик визначення вартості нерозподілених ділянок надр, для вдосконалення окремих інструментів попередньої та початкової геолого-економічної оцінки родовищ; для планування та проведення подальших геологорозвідувальних робіт на об'єктах МСБ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аврасина Л.А. Ресурсы плавикового шпата стран-членов СЭВ // Флюорит (ресурсы, закономерности образования и размещения). – М.: Наука, 1976. – С. 240–245.
2. Андросов Д.В. Вещественный состав и генезис флюорит-полиметаллических руд Вознесенского месторождения (Приморский край): дис. ... канд. геол.-мин. наук. – Владивосток: ДВГО, 1992. – 269 с.
3. Андросов Д.В., Рязанцева М.Д. О взаимоотношениях дайкового комплекса с полиметаллическим и флюоритовым оруденением на Вознесенском месторождении (Приморский край) Тр. ассоциации „Дальнедра”. – Хабаровск: Дальнедра, 1992. – Вып. 2. – С. 50–60.
4. Арбатов А.А., Шакай А.Ф. Обострение сырьевой проблемы и международные отношения. – М.: Международные отношения, 1981. – 224 с.
5. Аюшиев А.Д., Шварц М.А., Уткина С.И. Финансы горной промышленности. – М.: Недра, 1984. – 247 с.
6. Баптизаманский В.И., Паниотов Ю.С., Зеликман В.Д. Сопоставление выбросов в окружающую среду при различных технологических схемах производства чугуна и стали // Изв. вуз. Черная металлургия. – 1995. – № 2. – С. 17–20.
7. Богаров В.В., Фокин В.И., Рейхерт Л.А. Экономический анализ деятельности геологических организаций в новых условиях хозяйствования. – Л.: Недра, 1974. – 208 с.
8. Бордюгов В.П. Плавиковый шпат. Справочник. – К.: ГГП „Геоинформ”, 2000. – 35 с.
9. Бочай Л.В., Гурский Д.С., Веселовський Г.С. та ін. Головні геолого-промислові типи титанових і цирконієвих розсипних родовищ України та умови їх утворення // Мін. ресурси України. – 1998. – № 3. – С. 10–13.
10. Вельмер Ф.В. Экономические оценки месторождений. – К.: Логос, 2001. – 201 с.
11. Відомості Верховної Ради. – 1994. – № 36. – 340 с.
12. Внешнеторговый оборот СССР и других стран мира минеральным сырьем и продуктами его переработки за 1986-1990 гг. Справочно-информационный обзор. – К.: Госком. Украины по геологии и использованию недр. – 1991. – 229 с.
13. Временная типовая методика экономической оценки месторождений полезных ископаемых. – М.: ГКНТ и Госкомцен СССР, 1980. – 30 с.
14. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России / Ред. А.И. Ханчук. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – Кн. 2. – С. 573–981.
15. Геология и генезис флюоритовых месторождений. Сб. науч. трудов. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. – 180 с.
16. Голуб А.А., Гофман К.Г., Гусев А.А., Град М.В., Коробова Н.Л., Кушкин О.М. Экономические проблемы охраны озонового слоя в России // Экономика и математические методы. – 1995. – Т. 31, № 2. – С. 41–52.
17. Гурова Е.П. О генезисе Бахтынского флюоритового месторождения // Полезные ископаемые Украины. Тезисы докладов IV конференции молодых геологов Украины. – К.: 1966. – С. 34.
18. Гурський Д.С. Концептуальні засади державної мінерально-сировинної політики щодо використання стратегічно важливих для економіки країни корисних копалин. – Львів: ЗУКЦ, 2008. – 192 с.

19. Гурський Д.С., Новосельцев Ю.А., Білошапський М.В. Бахтинське родовище – потенційна база плавикошпатових руд // Мін. ресурси України. – 1995. – № 3–4. – С. 14–15.
20. Гурський Д.С., Шепель І.В., Металіди В.С., Приходько В.Л. До перспективи створення мінерально-сировинної бази плавикового шпату України // Мін. ресурси України. – 1999. – № 2. – С. 3–7.
21. Гурський Д.С., Шимків Л.М. Про вартість геологічної інформації та потенційних запасів в надрах, а також загальну вартість родовищ корисних копалин // Мін. ресурси України. – 1996. – № 1. – С. 10–11.
22. Деревская Е.И. Минералогический состав и условия образования оруденения барит-флюорит-полиметаллической рудной формации Подольской зоны разломов: Автореф. дис...канд. геол. минерал. наук: 04.00.11. – К.: ИГФМ, 1992. – 24 с.
23. Дергачев А.Л., Хилл Дж., Казаченко Л.Д. Финансово-экономическая оценка минеральных месторождений. – М.: МГУ, 2000. – 176 с.
24. Державний баланс запасів корисних копалин України. Плавиковий шпат.– К.: "Геоінформ", 2003. – Вип. 70. 35 с.
25. Дусяцкий В.А., Металиди С.В. Перспективы развития поисков плавикового шпата в районе Приднестровья // Осадочные породы и руды. М-лы научн. сов. – К.: Наук. думка, 1980. – С. 45–51.
26. Ежегодный бюллетень статистики черной металлургии в 1996–1999 гг. для Европы, Америки, Азии. – Нью-Йорк, Женева: ООН, 2002. – Т. XXVI. – 230 с.
27. Екологія і закон. Екологічне законодавство України / За ред. В.І.Андрейцева. – К.: Юрінком Інтер, 1998. – Т. 2. – 576 с.
28. Жовинский Э.Я. Геохимия фтора в осадочных формациях юго-запада Восточно-Европейской платформы. – К.: Наук. думка, 1979. – 199 с.
29. Жовинский Э.Я. Геохимические-фторометрические методы поисков плавикового шпата // Флюорит Украины (критерии поисков). – К.: ИГФМ, 1981. – С. 55–65.
30. Жовинский Э.Я. Геохимические методы поисков месторождений флюорита // Геохимия и рудообразование. – 1983. – Вып. 11. – С. 44–47.
31. Жовинский Э.Я. О состоянии, результатах и направлении научных исследований по прогнозированию месторождений плавикового шпата на Украине и совершенствовании методики поисков // Осадочные породы и руды. М-лы научн. сов. – К.: Наук. думка, 1980. – С. 27–33.
32. Загладина С.М., Иванов Ю.Н. Статистические методы учета и анализа мирохозяйственных связей: макроэкономический подход. – М.: Международные отношения, 1983. – 271 с.
33. Зарицкий А.И. Состояние, результаты и задачи дальнейших работ по прогнозированию и поискам месторождений плавикового шпата на Украине // Осадочные породы и руды. – К.: Наук. думка. – 1980. – С. 5–25.
34. Зарицкий А.И., Гурова Е.П., Стрёмовский А.И. Флюоритовые месторождения Украины // Разведка и охрана недр. – 1973. – № 9. – С. 5–10.
35. Зарицкий О.І., Лебідь М.І., Куліш Є.О. та ін. Рудні ресурси чорної металургії // Мін. ресурси України. – 1994. – № 1. – С. 10–13.
36. Зарицкий А.И., Соловьев А.Т. О структурных условиях формирования Покрово-Киреевского флюоритового месторождения. – Л.: ВСЕГЕИ, 1973. – Т. 166. – С. 72–185.
37. Зарицкий А.И., Стрёмовский А.М. Особенности геологического строения и образования Покрово-Киреевского месторождения плавикового шпата //

- Полезные ископаемые Украины. Тезы докл. IV конф. молодых геологов Украины. – К., 1966. – С. 48–52.
38. Зеликман В.Д. Сопоставление технико-экономических показателей агрегатов традиционной и бескоксовой металлургии // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2002. – № 7. – С. 266–268.
 39. Иванова А.А. Флюоритовые месторождения Восточного Забайкалья. – М.: Недра, 1974. – 208 с.
 40. Иващенко В.П., Величко А.Г., Паниотов Ю.С., Зеликман В.Д. Модель процесса жидкофазного восстановления железорудного сырья // Металл и литье Украины. – 2004. – № 5. – С. 6–10.
 41. Інвестиційний клімат в Україні. – К.: Нора-друк, 2002. – 246 с.
 42. Каганович С.Я. Экономика минерального сырья. – М.: Недра, 1975. – 216 с.
 43. Кадастр мінеральних ресурсів Української РСР (рудна і нерудна сировина для чорної металургії). – К.: Наук. думка, 1971. – 419 с.
 44. Каждан А.Б., Кобахидзе Л.П. Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1985. – 205 с.
 45. Комарова Г.Н. Основные эндогенные формации флюоритовых месторождений и их промышленное значение // Тез. докл. I Всесоюз. совещ. по флюориту. – М.: ОЭП ВИМС, 1974. – С. 9–12.
 46. Комарова Г.Н. Сравнительная характеристика промышленных месторождений флюорита // Флюорит (ресурсы, закономерности образования и размещения). – М.: Наука, 1976. – С. 27–39.
 47. Комов И.Л., Кулиш Е.А. Неметаллические полезные ископаемые (ресурсы, оценка, комплексное использование) – К.: ИГОС, 2007. – 501 с.
 48. Комплексна металогенічна карта України. Масштаб 1:500000. Пояснювальна записка. – К.: УкрДГРІ, 2002. – 336 с.
 49. Концепція нарощування мінерально-сировинної бази як основи стабілізації економіки України на період до 2010 року // Мін. ресурси України. – 2000. – № 1. – С. 4–9.
 50. Коплус А.В. Методические указания по рациональному комплексированию работ при поисках и оценке месторождений флюорита (прогнозно-поисковый комплекс). – М.: ВИМС, 1988. – 106 с.
 51. Коплус А.В., Зубов М.А. Методика локального прогноза, поисков и оценки месторождений флюорита по первичным ореолам и типохимическим признакам руд. – М.: ВИМС, 1990. – 70 с.
 52. Коплус А.В., Коротаев В.В. Минеральное сырье. Флюорит. Справочник. – М.: Геоинформмарк, 1997. – 32 с.
 53. Коплус А.В., Пахомов М.И. Методические основы рационального комплексирования геологических и геофизических работ при поисках, оценке и разведке месторождений флюорита. – М.: ВИМС, 1990. – 82 с.
 54. Коробка А. Гонка перевооружений. Планы модернизации отечественных металлургических предприятий на 2004 год // Металлургический компас. Украина–Мир. – 2004. – № 2. – С. 70–73.
 55. Кoryтов Ф.Я. Состояние и перспективы развития мировой минерально-сырьевой базы флюорита // Флюорит (ресурсы, закономерности образования и размещения). – М.: Наука, 1976. – С. 12–14.
 56. Крамер В. Плывающая по волнам. Оценка производства продукции черной металлургии Украины в 2003 году // Металлургический компас. Украина–Мир. – 2003. – № 12. – С. 7–22.

57. Криворучкіна О.В. Еколого-геологічні та економічні фактори розвитку і експлуатації залізорудної мінеральної сировинної бази Криворізького рудного району: Автореф. дис...канд. геол. наук: 04.00.19. – К.: ІГНС, 2004. – 21 с.
58. Критерии и методика прогнозирования месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых. Опыт стран-членов СЭВ и СФРЮ. – М.: СЭВ, 1981. – 464 с.
59. Крылов С.А., Лобов Н.М. Стоимостная оценка участков недр с запасами и ресурсами полезных ископаемых: зарубежный опыт // Мин. ресурсы России. Экономика и управление. – 2003. – № 3. – С. 27–32.
60. Кужварт М. Неметаллические полезные ископаемые. – М.: Мир, 1986. – 472 с.
61. Кулиш Е.А., Лебедь Н.И., Войновский А.С., Суходольский К.А., Михайлов В.А., Покалюк В.В. Эндогенные неметаллические полезные ископаемые Украинского щита // Тектоника, минерагения, минеральные ресурсы. Сб. научн. работ ИГОС НАН и МЧС Украины. – К.: ИГОС, 2005. – Т.1. – С. 14–28.
62. Кулиш Е.А., Лебедь Н.И., Суходольский К.А. Минеральные ресурсы Украины. Кадастр мінеральних ресурсів Української РСР (рудна і нерудна сировина для чорної металургії). – К.: Наук. думка, 1991. – 419 с.
63. Кулиш Е.А., Лебедь Н.И., Суходольский К.А. Минеральные ресурсы Украины. Неметаллическое минеральное сырье для черной металлургии. – К.: ОМИГМР Украины, 1993. – 78 с.
64. Кулиш Е.А., Плотников А.В. Геологические факторы экономической ценности железорудных месторождений. – К.: Логос, 2005. – 292 с.
65. Курило М.М. Геолого-економічні критерії та перспективи розвитку бази плавкошпатової сировини для чорної металургії України. Автореф. дис....канд. геол. наук. – К.: Логос. – 2005. – 18 с.
66. Курило М.М. Геолого-економічна оцінка перспективних для розробки родовищ флюсових вапняків // Зб. наук. праць ІФД. – К.: Логос. – 2008. – № 13. – С. 66–72.
67. Курс месторождений неметаллических полезных ископаемых / Дыбков В.Ф., Карякин А.Е., Никитин В.Д., Татаринцев П.М. – М.: Недра, 1969. – 472 с.
68. Лаврович Н.С. Плавиковый шпат. Оценка месторождений при поисках и разведке. – М.: Госгеолтехиздат, 1956. – 137 с.
69. Лазаренко Е.К., Панов Б.С., Груба Б.И. Минералогия Донецкого бассейна. – К.: Наук. думка, 1975. – 254 с.
70. Літогенез і піогенне рудоутворення в осадових товщах України / Шумлянський В.О., Деревська К.І., Дудар Т.В. – К.: Знання України, 2003. – 272 с.
71. Лузан В.В. Економіка і організація геолого-розвідувального виробництва. – К.: "Геопрогноз", 2001. – 300 с.
72. Малюк Б.І., Бобров О.Б., Красножон М.Д. Надрокористування у країнах Європи та Америки. – К.: Географіка, 2003. – 207 с.
73. Металлург-инфо. События в цифрах и фактах // Металлург. – 2004. – № 1. – С. 14–21.
74. Металічні і неметалічні корисні копалини України. Том II. Неметалічні корисні копалини / Гурський Д.С., Єсипчук К.Ю., Калінін В.І. та ін. – Київ-Львів: „Центр Європы”, 2006. – 552 с.
75. Минералого-геохимические критерии поисков флюорита / Ред. С.Я. Жовинский. – К.: Наук. думка. – 1993. – 147 с.
76. Минеральные ресурсы Украины и мира на 1.01.2001 г. – К.: Геоинформ, 2003. – 425 с.

77. Минеральные ресурсы Украины и мира на 1.01.2004 г. – К.: Геоинформ, 2005. – 480 с.
78. Михайлов В.А., Кулиш Е.А. Нерудное сырье в мировой экономике // Тектоника, минерагения, минеральные ресурсы. Сб. научн. работ ИГОС НАН и МЧС Украины. – К.: ИГОС, 2005. – Т. 1. – С. 135–150.
79. Михайлов В.А., Курило М.М., Галкина Н.Ю. Определение зависимости между рентабельностью горнодобывающих предприятий и технико-экономическими характеристиками отечественных месторождений флюсового карбонатного сырья // Зб.наук.пр. Ін-ту геохімії навколишнього природного середовища НАН та МНС України. – К.: ІГНС, 2008. – Вип. 16. – С. 66–72.
80. Михайлов В.А., Чудаев О.В., Астапенко Г.И., Граждан Т.Г. Месторождения нерудного сырья Приморского края. – Владивосток: Дальнаука, 1998. – 182 с.
81. Мінеральні ресурси України і світу на 01.01.2001 р. – К.: “Геоінформ”, 2003. – 427 с.
82. Міщенко В.С. Гірничий капітал і ресурсна рента як інструмент державного управління надрокористуванням. – К.: РВПС України, 2004. – 47 с.
83. Міщенко В.С. Економічні пріоритети розвитку й освоєння мінерально-сировинної бази України. – К.: Наук. думка, 2007. – 359 с.
84. Міщенко В.С., Снісар В.П. Вартісна оцінка родовищ та поняття гірничого капіталу як продукції геологорозвідувальної галузі // Мін. ресурси України. – 1998. – № 3. – С. 30–32.
85. Неженский И.А. О расчете товарной стоимости прогнозных ресурсов и запасов твердых полезных ископаемых // Мин. ресурсы России. Экономика и управление. – 2003. – № 3. – С. 54–56.
86. Неметалічні корисні копалини України. Підручник / Виноградов Г.Ф., Гелета О.Л., Грінченко О.В. та ін. – К.: ВПЦ „Київський університет”, 2003. – 219 с.
87. Неметалічні корисні копалини України. Підручник / Михайлов В.А., Виноградов Г.Ф., Курило М.В. та ін. – К.: Київський ун-т, 2008. – 494 с.
88. Неметаллические полезные ископаемые СССР. Справочное пособие / Ред. В.П. Петров. – М.: Недра, 1984. – 407 с.
89. Неметаллическое минеральное сырье для черной металлургии. – К.: ОМИГМР Украины, 1993. – 78 с.
90. Нечаев С.В. Геолого-геохимическая природа оруденения в осадочном чехле западной части Восточно-Европейской платформы. – К.: Наук. думка. – 1978. – 192 с.
91. Нечаев С.В. Флюорито-барито-сульфидная формация запада Русской платформы. Препринт. – К.: ИГФМ АН УССР, 1974. – 55 с.
92. Никитина Н.К., Муравьева О.В. Опыт стоимостной оценки недр и сопоставления геолого-экономических карт регионов России // Мин. ресурсы России. Экономика и управление. – 2004. – № 2. – С. 23–27.
93. Основи економічної геології. Навчальний посібник / Коржнев М.М., Михайлов В.А., Міщенко В.С., Плотников О.В., Шумлянський В.О., Курило М.М., Сухіна О.М. – К.: “Логос”, 2006. – 223 с.
94. Охрана окружающей среды. Учебник / Ред. А.С. Степановских. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 559 с.

95. Панов Б.С. Генетические особенности и поисковые критерии флюоритовой минерализации Донбасса и Приазовья // Флюорит Украины (критерии поисков). – К.: Наук. думка, 1981. – С. 20–41.
96. Первая находка жильного флюорита в Кировоградско-Черкасской зоне разломов Украинского щита / Титов В.К., Шумлянский В.А., Мельниченко Б.Ф., Анисимов В.А. – Докл. АН УССР. Сер.Б. – 1981. – № 3. – С. 27–30.
97. Петров В.П. Флюорит – важное сырье для народного хозяйства // Флюорит (ресурсы, закономерности образования и размещения). – М.: Наука, 1976. – С. 5–11.
98. Плотніков В.О., Кузьменко О.Б., Ловинюков В.І., Євпак Г.Т. До проблеми визначення ринкової вартості запасів під час геолого-економічних оцінок родовищ рудних корисних копалин // Мін. ресурси України. – 2004. – № 3. – С. 10–13.
99. Постанова про затвердження Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр // Офіційний вісник України. – 1997. – № 19. – С. 104.
100. Промышленные типы месторождений неметаллических полезных ископаемых / Романович И.Ф., Коплус А.В., Тимофеев И.Н., Гроховский Л.М., Савельев А.К. – М.: Недра, 1982. – 207 с.
101. Протасов В.Ф. Цены и ценообразование в горнорудной промышленности. – М.: Недра, 1988. – 232 с.
102. Протасов В.Ф., Дамаскинский В.А. Экономика горнорудной промышленности. Справочное пособие. – М.: Недра, 1990. – 430 с.
103. Протасов В.Ф., Матвеев А.С. Экология: термины и понятия. Стандарты, сертификация, нормативы и показатели. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 208 с.
104. Пузаков Л.С., Коплус А.В. Промышленно-генетические типы плавиковошпатовых руд, закономерности их размещения и использование в промышленности // Новые виды неметаллических полезных ископаемых. – М.: Наука, 1975. – С. 159–171.
105. Романович И.Ф. Месторождения неметаллических полезных ископаемых. – М.: Недра, 1986. – 366 с.
106. Русанов Д.К. Экономическая оценка минеральных ресурсов. – М.: Недра, 1987. – 196 с.
107. Рынок продукции черной металлургии в 1995 году и перспективы на 1996 год. – Женева: ООН, 1996. – 178 с.
108. Рязанцева М.Д., Шкурко Э.И. Флюорит Приморья. – М.: Недра, 1992. – 157 с.
109. Снакин В.В. Экология и охрана природы. Словарь-справочник / Ред. А.Л. Яншин. – М.: Academia, 2000. – 384 с.
110. Стрёмовский А.М. Геологические результаты поисков плавикового шпата в Восточном Приазовье. Меры по повышению их эффективности и качества // Осадочные породы и руды. М-лы научн. сов. – К.: Наук. думка, 1980. – С. 33–45.
111. Теплов Л. Гонка перевооружений. Первый виток. Планы модернизации отечественных металлургических предприятий на 2004 год // Металлургический компас. Украина–Мир. – 2004. – № 2. – С. 70–73.
112. Теплов Л. Зона отчуждения. Обзор горнорудной отрасли ГМК // Металлургический компас. Украина–Мир. – 2003. – № 3. – С. 39–44.
113. Технично-економічне обґрунтування постійних кондицій на руди Бахтинського родовища флюорита. – К.: Геотехнологія, 1999. – 245 с.
114. Ультрафиолетовое излучение. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. – ВОЗ, 1995. – 395 с.

115. Фтор и фториды. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. – ВОЗ, 1989. – 114 с.
116. Хмара А.Я. Методика определения группы месторождений твердых полезных ископаемых по сложности геологического строения // Мін. ресурси України. – 1999. – № 2. – С. 22–25.
117. Храпов А.А. Основные закономерности размещения и генетические типы флюоритовых месторождений Монголии // Флюорит (ресурсы, закономерности образования и размещения). – М.: Наука, 1976. – С. 235–240.
118. Цена-дайджест. – М.: ООО"Цена-информ". – 2001. – № 6 (42). – 146 с.
119. Цена-дайджест. – М.: ООО"Цена-информ". – 2002. – № 2 (44). – 146 с.
120. Цена-дайджест. – М.: ООО"Цена-информ". – 2002. – № 3 (45). – 184 с.
121. Ценовая информация. – М.: ООО"Цена-информ". – 2001. – Вып. 6 (21). – 146 с.
122. Шепель І.В., Кузьменко С.М. Щодо ступеня розвіданості Бахтинського родовища флюориту // Мін. ресурси України. – 2002. – № ... – С. 20–22.
123. Шкурко Э.И. Геолого-структурные условия формирования бериллиево-флюоритовых месторождений Вознесенского рудного района Приморья: автореф. дис. ... канд..геол.-минер. наук. – М.: ВИМС, 1974. – 29 с.
124. Шумилин М.В. Гелого-экономические основы горного бизнеса. – М., 1997. – 269 с.
125. Шумлянский В.А. Киммерийская металлогеническая эпоха на территории Украины. – К.: Наук. думка, 1983. – 220 с.
126. Юрк Ю.Ю., Гуров Е.П., Гурова Е.П. Особенности минералогии фтора Украинского щита. – К.: Наук. думка. – 1973. – 184 с.
127. www.dfdk.com.ua
128. <http://www.infomine.ru>
129. <http://www.mineral.ru>
130. <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs>
131. <http://www.rudo.dn.ua/>
132. <http://www.ukrrudprom.com>