

М.Т. Бакка, д.т.н., проф.

О.М. Барабаш, асист.

*Житомирський інженерно-технологічний інститут***МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ РІВНІВ РАДІАЦІЇ
В ГРАНІТНИХ КАР'ЄРАХ**

Викладені основні положення визначення рівнів кар'єрної радіації з використанням дозиметрів типу ДРГ-0,1Т з метою встановлення закономірностей зміни радіаційного фону в кар'єрах по площі, з глибиною розробки та здійснення загальної оцінки радіаційного впливу гранітних кар'єрів на довкілля в межах Пензевичського комплексу будіндустрії.

Необхідність здійснення оцінки радіоактивності будівельних гірських порід обумовлена загальнодержавними вимогами, затвердженими наказом Державної комісії України по запасах корисних копалин від 15 грудня 1997 року №105.

В основу методики оцінки природної радіоактивності будівельних корисних копалин та визначення напрямів застосування будівельної сировини, що викладені у зазначених вимогах, покладена класифікація будівельних матеріалів за допустимими числовими значеннями сумарної питомої активності природних радіонуклідів, що встановлені Республіканськими будівельними нормами (РБН-356-91).

Нормативне обмеження напрямів використання мінеральної будівельної сировини з підвищеною радіоактивністю є одним з головних завдань державної геологічної і екологічної експертизи та оцінки запасів корисних копалин, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 22 грудня 1994 р. № 865.

Оцінка природної радіоактивності корисних копалин, а також всіх розкривних і вмістних порід, які використовуються як будівельна сировина, є обов'язковою як на стадіях геологорозвідки, так і додатково на ділянках родовищ, що розробляються.

Добре відомо, що всі гірські породи містять в собі радіонукліди, основними з яких вважають уран-238, торій-232 і калій-40. Уран і торій в результаті природних радіоактивних перетворень утворюють ізотопи радію, які є основними гамма-випромінювачами. Ці ізотопи при подальшому перетворенні генерують радіоактивні гази (еманації), які з будівельних матеріалів та конструкцій можуть надходити у приміщення. Так, продукт розпаду урану – радій-226 породжує радон-222, а продукт розпаду торію – радій-224 утворює газ радон-220 (торон). Радіоактивний ізотоп калію, що складає 0,012 % загального в земній корі калію, після першого перетворення утворює стабільний ізотоп кальцій-40. Потрібно пам'ятати, що уран і торій в гірських породах знаходяться в розсіяному стані в породоутворюючих і акцесорних мінералах. Крім того, уран може знаходитись в них у вигляді ізоморфних домішок і в сорбованому стані. Калій входить до складу слюд та польових шпатів магматичних і метаморфічних порід, калійних солей, алувіту, глауконіту та інших порід і мінералів. В магматичних породах вміст урану, торію і калію зменшується в залежності від підвищення їх основності.

Таким чином, вивчення радіоактивності гірських будівельних порід і закономірностей розвитку гамма-радіаційних полів має надзвичайно важливе значення, і на його основі можна здійснити оцінку:

- рівня радіоактивності мінеральної будівельної сировини і будівельних матеріалів та конструкцій, які виготовлені з неї, та можливих напрямів їх використання за сумарною питомою активністю природних радіонуклідів;
- радіаційного гігієнічного рівня та радіаційних умов для працюючих в кар'єрі на певній ділянці, уступі та вибої;
- закономірностей розвитку гамма-радіаційних полів в самому кар'єрі по площинах уступів, з заглибленням видобувних робіт в надра, на складах готової продукції, на прилеглих територіях;
- загального радіаційного гамма-фону в локальних регіонах, що характеризуються скопиченням певної кількості кар'єрів, що знаходяться на невеликих відстанях один від одного.

В Малинському районі на Житомирщині працює великий гірничодобувний і переробний Пенізевицький комплекс будіндустрії, який займається видобуванням гранітів і переробкою їх на щебінь, що використовується переважно для виготовлення залізобетонних і бетонних конструкцій, в дорожньому і транспортному будівництві. Відходи – відсів щебеневого виробництва – використовуються як наповнювач асфальтобетонів. Пенізевицький комплекс будіндустрії включає три досить потужні кар'єри з дробзаводами: ВАТ “Малинський каменедробильний завод № 3”, ВАТ “Пенізевицький щебзавод № 6” та ВАТ “Пенізевицький щебзавод № 31”, які в сумі щорічно виготовляють близько 2 млн. м³ щебеню та приблизно 500 тис. м³ відсіву. Характерними особливостями цього комплексу слід вважати:

- розробку одних і тих же високорадіоактивних нижньопротерозойських середньозернистих гранітів Житомирського комплексу;
- близьке розміщення вказаних підприємств між собою;
- велике техногенне навантаження в межах земельних відводів підприємств (кар'єри, відвали, дробзаводи, транспортні комунікації, склади готової продукції та відходів виробництва, приміщення допоміжних служб, гаражі, робітничі селища та інші об'єкти);
- об'єкти усіх трьох підприємств, стикуючись між собою, утворюють невеликий локальний урбанізований гірничо-виробний і переробний комплекс з єдиною інфраструктурою;
- всі три підприємства є активними забруднювачами навколишнього середовища і мають взаємний негативний екологічний вплив один на одного;
- радіаційно-гігієнічний гамма-фон формується за рахунок природної, кар'єрної радіації та радіоактивного забруднення від катастрофи на ЧАЕС.

Нижньопротерозойські граніти Житомирського комплексу загалом належать до порід з високою радіоактивністю. Сумарна питома активність граніту A_c визначається за формулою

$$A_c = A_{Ra} + 1,31A_{Th} + 0,085A_K, \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}, \quad (1)$$

де A_{Ra} – питома активність радію;

A_{Th} – питома активність торію;

A_K – питома активність калію;

1,31 і 0,085 – виважуючі коефіцієнти торію-232 і калію-40 по відношенню до радію-226.

Відомо, що загальна оцінка радіоактивності високорадіоактивних порід здійснюється за такими показниками: сумарна питома активність (A_c); потужність експозиційної дози (ПЕД); вміст (концентрація) радіоактивних елементів у еквіваленті урану (C_U) і торію (C_{Th}) у відсотках. Нижньопротерозойські граніти Пенізевицького комплексу належать до докембрійських порід Українського кристалічного щита. Докембрійські породи, що складають Український кристалічний щит, за рівнем радіоактивності поділяються на три групи:

- породи з низькою радіоактивністю – A_c до 100 Бк·кг⁻¹, ПЕД до 5 мкР·г⁻¹;
- породи з середньою радіоактивністю – A_c від 100 до 200 Бк·кг⁻¹ і ПЕД – від 5 до 11 мкР·г⁻¹;
- породи з високою радіоактивністю – A_c більше 200 Бк·кг⁻¹ і ПЕД більше 11 мкР·г⁻¹.

Граніти Житомирського комплексу мають такі середні характеристики показників радіоактивності:

$$A_c = 219 - 434 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}; \text{ ПЕД} = 12 - 24 \text{ мкР}\cdot\text{г}^{-1}; \bar{C}_U = 3,7 \cdot 10^{-4} \%; \bar{C}_{Th} = 30 \cdot 10^{-4} \%.$$

Значимо, що будівельна продукція, яка виготовляється з гранітів Житомирського інтрузивного комплексу, загалом належить до 1 і 2 класів.

Оцінка природної радіоактивності будівельних корисних копалин ґрунтується на визначенні потужності дози гамма-випромінювання порід на місці їх залягання та розрахункових величинах сумарної питомої активності радіонуклідів в місцях відбору проб. Як правило, потужність дози випромінювання заміряється гамма-методом при вивченні радіоактивності порід в 2л-геометрії вимірювань у природних відслоєннях, гірничих виробках, по керну бурових свердловин і в 4л-геометрії вимірювань при каротажі свердловин, шурів тощо.

Звичайно, при здійсненні радіаційно-гігієнічної оцінки кар'єрного і прилеглого середовища головним є визначення гамма-активності, яке може забезпечуватись на основі замірів фону дозиметрами і гамма-радіометрами у природних відслоєннях, гірничих виробках, на складах готової продукції, прилеглих територіях.

Для визначення гамма-активності на об'єктах Пенізевицького комплексу будіндустрії в наших дослідженнях використовувались дозиметри ДРГ-0,1 Т, що пройшли метрологічну повірку і калібровані за даними гамма-спектрометрії проб у лабораторних умовах та мали Свідоцтво про державну повірку засобу вимірювань органом державної метрологічної служби. Підготовка приладів до роботи проводилась відповідно до Інструкції для гамма-зйомки і технічного опису самих приладів. Поріг чутливості вказаних приладів становить не більше 10 мкР.

Вимірювання гамма-активності дозиметрами ДРГ-0,1 Т здійснювалось з дотриманням наступних умов:

- вимірювання здійснювалось на ярусах відвалів, денній земній поверхні, по підшві розкривного уступу, по підшві кожного видобувного уступу та на складах готової продукції;
- з метою уникнення впровадження знижувального коефіцієнта, відстань між точками заміру була встановлена 20 м, а саме мережа у вигляді квадратів;
- похибка у відстанях була в межах 5 м, оскільки в умовах кар'єру точно витримати мережу в 20 м з фізичних умов неможливо;
- при проведенні вимірів у гірничих виробках намагались не використовувати екрани спеціальної конструкції для захисту детектора від впливу бокового гамма-випроміювання, а вирішували цю задачу пляхом дотримання відстаней між точками замірів та від відкосів уступів не менше 20 м, як це рекомендується "Вимогами оцінки природної радіоактивності корисних копалин...";
- положення точок замірів фіксувалось тахеометричною зйомкою з наступним нанесенням на маркшейдерські плани;
- контрольні виміри проводились в обсязі, який складав не менше 10 % загального, обов'язково іншим приладом;
- відносна середньоквадратична похибка не перевищувала 10 % середнього значення вимірюваної величини;
- показання, зняті з приладу в полі, переводились в мкР·с⁻¹ через коефіцієнт чутливості, визначений при метрологічній повірці.

Виконані дослідження дали змогу визначити гамма-фон по уступах кар'єрів, на прилеглих територіях, на відвалах і складах продукції, що дозволило отримати потужну інформаційну базу для здійснення подальших наукових висновків розподілу гамма-полів по площі, з зростанням глибини кар'єрів та виконати загальну радіаційно-екологічну оцінку вказаного локального регіону.

БАККА Микола Терентійович – доктор технічних наук, професор, завідуючий кафедрою геотехнологій та промислової екології Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

- гірництво;
- екологія.

БАРАБАШ Оксана Миколаївна – асистент кафедри геотехнологій та промислової екології Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

- гірництво;
- радіоекологія.