

Томілін Ю. А., Григор'єва Л. І.

ДОЗА ОПРОМІНЕННЯ СПЕЦІАЛІСТІВ ГРАНІТНИХ КАР'ЄРІВ ВІД РАДОНУ-222

Науково-методичний центр екобезпеки
Миколаївського державного гуманітарного університету імені Петра Могили

Проаналізовано результати досліджень шляхів і розмірів опромінення спеціалістів гранітдобувної і гранітпереробної промисловості Миколаївської області від ^{222}Rn . Працівників гранітних кар'єрів виділено у критичну групу населення при опроміненні від ^{222}Rn .

Вступ

Характерною особливістю північних районів Миколаївської області є наявність місць розломів корінних порід, через що повсюдно спостерігаються виходи гранітних пластів на поверхню землі. Скельні породи півночі регіону представлені в основному рожево-сірими гранітами. Підстилаючий шар цього регіону утворено магматичними і метармофічними породами: гнейси різного складу, магматити, мрамур, граніти - породами з підвищеним вмістом природних радіоактивних елементів (U, Ra, Th) [3]. Негативною рисою розташування цих порід є їхня локалізація вздовж русел річок Південний Буг, Мертвовід, Гнилий Єланець - тобто у місцях розташування густонаселених пунктів: міста Первомайськ, Южноукраїнськ, Вознесенськ, смт Мігія, села Костянтинівка, Олександрівка, а також інші населені пункти Братського, Арбузинського, Єланецького і Казанківського районів. Це природне явище впливає на формування природного радіаційного фону території, а також відповідає за «техногенно змінену» природну дозу для населення, яке мешкає на цих територіях, через радіоактивний газ ^{222}Rn . Результати досліджень дози опромінення населення цих територій за ^{222}Rn , присутнього у повітрі житлових приміщень та у питній воді, висвітлено нами раніше [2-4]. Водночас, через активний розвиток у цій місцевості гранітдобувної і гранітпереробної промисловості вважали за необхідне провести дослідження розмірів опромінення від ^{222}Rn робітників підприємств цієї галузі як категорії населення, яка зазнає впливу від ^{222}Rn на своїх робочих місцях. Через те, що такі працівники можуть зазнавати подвійного опромінення від ^{222}Rn : на виробництві і у своїх домівках, їх було виділено у критичну групу населення за цим видом опромінення.

Матеріали та методи досліджень

Для визначення дози внутрішнього опромінення людини від ^{222}Rn використані дані проведених досліджень еквівалентної рівновагової об'ємної активності (ЕРОА) ^{222}Rn у повітрі робочих приміщень або на робочих місцях основних груп таких працівників: дробильник, машиніст екскаватора, бульдозера, дробарки, бурильник, каменотес, кольщик, підривник і т. ін. [5]. Трекові детектори встановлювали у місцях роботи: кабіні екскаватора, бульдозера або розміщували на верхньому одязі фахівця.

Паралельно проводилися дослідження вмісту ^{222}Rn у питній воді, яка споживається працівниками гранітних кар'єрів на робочих місцях. Відповідно до програми досліджень відбір проб води проводився на промислових підприємствах Миколаївської області: Первомайський гранітний кар'єр, гранітно-щебеневий кар'єр «Молдова», Софіївський гранітний кар'єр «Совмабл», Прибузький і Ново-Данилівський гранітні кар'єри та у населених пунктах, де проживають працівники гранітних кар'єрів. Вимірювання вмісту ^{222}Rn у питній воді проведено гамма-спектрометричним методом шляхом вимірювання проб води об'ємом 1 л в умовах радіоактивної рівноваги з гамма-випромінюючими продуктами поділу. Для порівняння отриманих величин за допустимий взято рівень з НРБУ-76/87 [6], згідно з яким допустимою концентрацією у воді суміші радіонуклідів невідомої або частково відомої породи є 75 Бк/л. Крім того, вміст ^{222}Rn у воді до 75 Бк/л вважається безпечним рівнем у США [7].

Обчислення дози опромінення людини інгалаційним (травним) шляхом надходження до організму здійснювалося методом камерних моделей з наступними величинами дозових цін ^{222}Rn : 0,016 мЗв/рік/Бк/м³ [1] - при надходженні ^{222}Rn з повітрям виробничих приміщень (враховуючи

час перебування людини у робочому приміщенні 1,5 тис. годин) [6], $1 \cdot 10^{-8}$ мЗв/Бк - при надходженні ^{222}Rn з питною водою [7].

З метою одержання величини опромінення ^{222}Rn фахівців гранітних кар'єрів у реальній життєвій ситуації розглядалися три шляхи надходження цього радіоактивного газу до організму: при вдиху з повітрям робочих приміщень; при вдиху з повітрям житлових приміщень; з питною водою.

Результати та їх обговорення

Результати вимірювань ЕРОА ^{222}Rn та потужності експозиційної дози (ПЕД) на робочих місцях фахівців гранітних кар'єрів при експозиції детекторів не менше 30 діб наведено у таблиці 1. З таблиці видно, що найбільш несприятлива обстановка склалася у Софіївському гранкар'єрі, де всі виміри вмісту ^{222}Rn у повітрі на робочих місцях вказали рівень вище 100 Бк/м^3 , а максимальні значення досягали $200\text{-}365 \text{ Бк/м}^3$. У Прибузькому гранкар'єрі максимального радонового впливу зазнає бурильник (310 Бк/м^3) та машиніст екскаватора (140 Бк/м^3). У Первомайському і Олександрівському гранітних кар'єрах більш високі значення ^{222}Rn зареєстровано на робочих місцях дробильника і бульдозериста. Дослідження вмісту ^{222}Rn у повітрі робочих місць фахівців Ново-Данилівського гранкар'єру показали аналогічні результати: найбільші величини ЕРОА ^{222}Rn визначені на робочих місцях бульдозериста і маркшейдера.

Аналіз результатів вмісту радону у житлових приміщеннях фахівців гранітних кар'єрів показав, що серед обстежених були випадки, коли для фахівців, які зазнавали підвищеного впливу ^{222}Rn на робочому місці, така ж можливість є у їхніх будинках: це було відмічено, наприклад, для будинків фахівців Ново-Данилівського кар'єру, де і на робочому місці, і вдома величина ЕРОА ^{222}Rn була вища за 100 Бк/м^3 .

Результати досліджень вмісту ^{222}Rn у воді, яка споживається робітниками гранітних кар'єрів (водопровід, колодязь, артезіанські свердловини), наведено у таблиці 3.2.8. Результати вимірів показали, що вміст ^{222}Rn у деяких питних водних джерелах у 5-23 рази перевищував контрольний рівень. Максимальний вміст ^{222}Rn у питній воді виявлено в артезіанській воді на території Софіївського гранітного кар'єру - $345 \pm 17 \text{ Бк/л}$. Високі значення ^{222}Rn у питній воді відзначено також для питних водних джерел Олександрівського і Прибузького гранітних кар'єрів ($300\text{-}500 \text{ Бк/л}$).

Таблиця 1. ^{222}Rn у повітрі робочих місць спеціалістів гранкар'єрів області [5]

Пор. №	Робоче місце фахівця кар'єру, де проводилися вимірювання	ПЕД, мкР/год	ЕРОА ^{222}Rn , Бк/м ³
Первомайський гранітний кар'єр			
1.	Машиніст екскаватора	16	85
2.	Майстер дробильного цеху	15	55
3.	Дробильник	20	118
4.	Машиніст бульдозера	17	185
5.	Машиніст екскаватора	15	125
6.	Дробильник	21	185
Первомайський гранітно-щебенеувий кар'єр			
7.	Дробильник	19	95
8.	Машиніст екскаватора	15	50
9.	Машиніст бульдозера	15	50
10.	Машиніст бульдозера	14	60
11.	Машиніст дробарки	18	40
12.	Оператор дробарки	18	50
Олександрівський гранітний кар'єр			
13.	Машиніст дробарки	20	120
14.	Машиніст екскаватора	19	100
15.	Машиніст екскаватора	13	140
16.	Машиніст бульдозера	18	100
17.	Машиніст конвеєра	18	130
18.	Машиніст дробарки	20	160
Прибузький гранітний кар'єр			
19.	Машиніст екскаватора	16	140
20.	Машиніст дробарки	19	125
21.	Бурильник перфораторного буріння	21	310
22.	Майстер	14	85
23.	Машиніст	20	110
24.	Газоелектрозварник	16	190
Софіївський гранітний кар'єр			
25.	Компресорник	18	160
26.	Каменотес	22	355
27.	Каменотес	22	200
28.	Майстер	16	120
29.	Кольщик	20	180
30.	Кольщик	21	115
Ново-Данилівський гранітний кар'єр			
31.	Кольщик-дробильник	24	89
32.	Маркшейдер	22	185
33.	Заступник начальника цеху	22	71
34.	Машиніст бульдозера	13	100
35.	Машиніст екскаватора (у кабіні)	19	-
36.	Машиніст екскаватора (на виробці)	35	26
37.	Машиніст екскаватора (біля кабіни)	40	-
38.	Бурильник	18	58
39.	Підривник	19	65

Таблиця 2. Вміст ^{222}Rn у питній воді, яка використовується на гранітних кар'єрах Миколаївської області [5]

Пор. №	Місце відбору	Джерело питної води	Бк/л
1.	Софіївський гранкар'єр	Артезіанська свердловина	345 ± 17
2.	Олександрівський гранкар'єр	Колодязь	104 ± 5
3.		Джерело на позначці 25 м	74 ± 19
4.	Прибузький гранкар'єр	Артезіанська свердловина	15 ± 2
5.	Ново-Данилівський водопровід	Водопровід	20 ± 5
6.	Казанківський водопровід	Водопровід	19 ± 9
7.	сmt Казанка	Привізана вода	16 ± 3

Обчислення дозового навантаження для робітників гранітних кар'єрів за рахунок зовнішнього опромінення здійснювалося за даними досліджень ПЕД на робочих місцях і житлових будинках. Дозове навантаження від зовнішнього опромінення для фахівців гранітних кар'єрів знаходиться у межах $0,2 \div 0,5$ мЗв/рік ($0,02 \div 0,05$ бер/рік).

За результатами вимірів ЕРОА ^{222}Rn у повітрі виробничих і житлових приміщень обчислено еквівалентну дозу для кожного фахівця гранкар'єру. Усереднені результати обчислень дозового навантаження на фахівців гранітних кар'єрів від ^{222}Rn , що надходить до організму з повітрям виробничих приміщень, показали таке:

- на Первомайському гранітному кар'єрі - $2,0 \pm 0,7$ мЗв/рік,
- на Первомайському гранітно-щебеневому кар'єрі - $0,9 \pm 0,3$ мЗв/рік,

- на Олександрівському гранітному кар'єрі - $1,9 \pm 0,3$ мЗв/рік,
- на Прибузькому гранітному кар'єрі - $1,8 \pm 0,5$ мЗв/рік,
- на Софіївському гранкар'єрі «Совмабл» - $2,3 \pm 1,1$ мЗв/рік,
- на Ново-Данилівському гранкар'єрі - $1,3 \pm 0,6$ мЗв/рік.

Усереднені величини сумарної дози опромінення працівників гранітних кар'єрів від ^{222}Rn представлено на рис. 1.

Дозове навантаження на фахівців на місцях роботи, де відзначено підвищення вмісту ^{222}Rn у повітрі (бурильник, дробильник, каменотес), досягає $3,0-5,0$ мЗв/рік.

Розрахунки дозового навантаження від ^{222}Rn у повітрі житлових приміщень показали, що у середньому величина ефективної еквівалентної дози становить $2,6 \pm 1,1$ мЗв/рік при діапазоні значень від $1,0$ до $9,0$ мЗв/рік.

Величину внутрішнього опромінення від надходження ^{222}Rn з питною водою обчислено за показниками середнього вмісту ^{222}Rn у питній воді і вона дорівнює $0,2 \div 0,3$ мЗв/рік, а у разі використання для питних потреб з водних джерел з підвищеним умістом ^{222}Rn (Софіївський гранкар'єр) ця величина може досягати $0,5 \div 0,8$ мЗв/рік.

За отриманими результатами, сумарне дозове навантаження на фахівців гранкар'єрів від ^{222}Rn при інгаляції його з повітрям житлових і виробничих приміщень і від надходження з питною водою становить $4,0 \div 5,0$ мЗв/рік ($0,4 \div 0,5$ бер/рік), а для випадків, де відзначалися підвищені значення ^{222}Rn у повітрі житлових приміщень і на робочому місці, сумарна доза досягає $6,0 \div 8,0$ мЗв/рік ($0,6-0,8$ бер/рік).

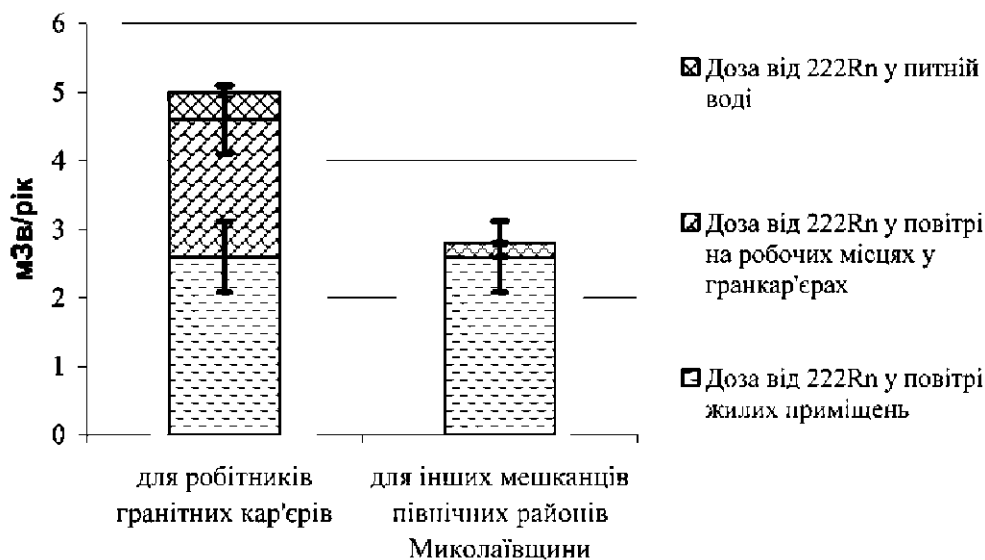


Рис. 1. Доза опромінення від ^{222}Rn різних категорій населення у північних районах Миколаївщини

Висновки

1. Сумарне дозове навантаження на фахівців гранкар'єрів за рахунок ^{222}Rn у повітрі виробничих приміщень і житлових будинків і у питній воді становило 4 ± 5 мЗв/рік. До 60 % сумарної дози опромінення фахівців гранкар'єрів формує радон житлових приміщень.

2. Уміст ^{222}Rn у повітрі виробничих приміщень (промплощадок) таких фахівців, як дробильник, бульдозерист, кольщик, підрильник, перевищує припустимі рівні у 2-3 рази. Для цих фахівців основний внесок (до 70 %) у сумарну дозу опромінення вносить радон їхніх робочих

місць, що обумовлює збільшення загального дозового навантаження у 1,5-2,0 рази.

3. Порівняльний аналіз отриманих результатів показує, що для зменшення опромінення радоном фахівців гранкар'єрів доцільно використовувати привізну питну воду.

4. Високі показники вмісту ^{222}Rn на виробництві і домішках деяких фахівців гранітних кар'єрів потребують термінової розробки і виконання заходів щодо зниження їхньої сумарної дози від радону. Насамперед перегляду у бік зниження для цих фахівців дозового навантаження за рахунок «виробничого» радону.

1. *1990 Recommendations of the ICRP, Publication № 60, International Commission on Radiation Protection, 1991.*
2. *Григор'єва Л. І. Опромінення і онкозахворюваність населення Миколаївської області // Науковий вісник Волинського державного університету імені Лесі Українки. - 2006. - № 5. - С. 68-74.*
3. *Григор'єва Л. І., Томілін Ю. А. Природно-техногенні чинники формування дози іонізуючого випромінювання для населення півдня України // Екологія та ноосферологія. - 2006. - Т. 17. - № 3-4. - С. 104-108.*
4. *Григор'єва Л. І., Томілін Ю. А. Пріоритетні компоненти техногенно-природної дози іонізуючого випромінювання для населення півдня України // Наукові записки НаУКМА. - 2006. - № 54. - С. 69-72.*
5. *Картирование территории Николаевской области по суммарной дозовой нагрузке на население: Отчет о НИР (промеж.) / Никол. науч.-исслед. лабор. по проблемам радиационной безопасности населения «Ларани». - № 5197/1. - Николаев, 2000. - 58 с.*
6. *Норми радіаційної безпеки України (НРБУ - 97). - К.: МОЗ України, 1998. - 135 с.*
7. *Радон в питьевой воде / РЖ № 7, 1991.*

Y. Tomilin, L. Grigoryeva

IRRADIATION DOSE FOR SPECIALISTS OF GRANITE QUARRIES FROM RADON-222

At our work the results of researches of ways and sizes of irradiation for specialists of granite quarries of the Mikolaivs region area from ^{222}Rn are analysed. The workers of granite quarries are selected in the critical group of population at the irradiation of ^{222}Rn .