

**С. А. Коваленко, А.С. Піщенко, студенти, факультет літакобудування, 2 курс  
науковий керівник – Мигаль Г. В., канд. техн. наук, доцент,  
Національний аерокосмічний університет ім. М. Е. Жуковського «ХАІ»**

### ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИДОБУТКУ УРАНУ В УКРАЇНІ

Значення урану для людства важко переоцінити. Уран відкрив перед людьми безліч нових можливостей, недоступних раніше. Сучасний світ не можна уявити без використання урану в промисловості, медицині, сільському господарстві, енергетиці. Видобуток і переробка уранової руди на території України були розпочаті в кінці 1940-х років. Основні уранові родовища України зосереджені в Кіровоградському урановорудному районі (КУРР), запаси якого становлять понад 100 тис. т, з яких більше половини рентабельні. Україна має 12 детально розвіданих уранових ендегенних родовищ з сумарними запасами, здатними забезпечити потреби діючих АЕС України ще на 100 років.

Відомо, що уранова руда добувається в шахтах під землею і шляхом відкритих розробок. В останньому випадку умови праці істотно краще, так як менше запиленість повітря, а значить, і нижче дозові навантаження. Радіаційний вплив на персонал уранових рудників обумовлено головним чином внутрішнім опроміненням радіоактивним газом радоном і дочірніми продуктами його розпаду. Концентрація в повітряному середовищі радіоактивних аерозолів перебуває під постійним, систематичним контролем при розробці відносно багатих родовищ з середнім вмістом урану в руді понад 0,2%.

Уран - дуже важкий сріблясто-білий глянцеватий метал. У чистому вигляді він трохи м'якше сталі, ковкий, гнучкий. Хімічно уран дуже активний: він швидко окислюється на повітрі, покриваючись при цьому райдужною плівкою оксиду. Вода здатна роз'їдати метал: повільно при низькій температурі і швидко при високій. При сильному струшуванні металеві частинки урану починають світитися. Урану в земній корі приблизно в 1000 разів більше, ніж золота, в 30 разів більше, ніж срібла, і майже стільки ж, скільки свинцю і цинку. Для урану характерна значна розсіюваність в гірських породах, ґрунтах, воді морів і океанів. Лише відносно невелика частина сконцентрована в родовищах, де вміст урану в сотні разів перевищує його середній вміст в земній корі.

Уран є досить поширеним у природі металом. Незважаючи на це, родовища з високим його вмістом зустрічаються відносно рідко. Основні запаси (90%) зосереджено в 10 країнах, з них в Австралії (1074 тис. т), Казахстані (606,7 тис. т) і Канаді (443,8 тис. т).

Найбільш безпечним для навколишнього середовища способом видобутку урану є свердловинне підземне вилуговування. Через спеціально пробурені свердловини в рудне тіло закачується розчин сірчаної кислоти або карбонату натрію, уран розчиняється, а розчин виводиться на поверхню через свердловину для викачування. Місцевість не порушена, пилу немає, хвостів немає, ґрунт зберігає родючість і може бути повернутий до сільськогосподарського обертву.

На даний момент повний цикл робіт з видобування і переробки уранових руд здійснює тільки одне підприємство - ДП «СхідГЗК». «СхідГЗК» – єдине в Україні та найбільше в Європі підприємство з видобутку та переробки уранової руди. До складу ДП «СхідГЗК» входять Смолінська, Інгульська, Новокостянтинівська шахти, Гідрометалургійний завод і хвостосховище в балці «Щербаківська». Найперспективнішим є Новокостянтинівське родовище. Його запаси оцінюють як найбільші в Європі. Обсяг накопичених твердих відходів гірничого виробництва на 2011-2012 рр. становив (таблиця 1):

Таблиця 1 – Накопичені тверді відходи гірничого виробництва за 2011-2012 рр..

Шахта	2011 г. , тис. тон	2012 г. , тис. тон
Смолінська	1400	330
Інгульська	7600	7700
Новокостянтинівська	117,058	184

В Україні власний видобуток становить 500 - 800 т в рік, що забезпечує лише незначну частину загальних потреб (2,8 тис. т урану в рік) вітчизняної ядерної промисловості.

Переробка уранових руд та отримання уранового концентрату ( $U_3O_8$ ) здійснюється на Гідрометалургійному заводі в р. Жовті Води (ГМЗ). В процесі переробки уранових руд на ГМЗ утворюються відходи (хвости) з підвищеним вмістом радіонуклідів природного походження, які за допомогою пульпопроводу розміщуються у спеціально обладнаному хвостосховищі «Балка «Щербаківська», яка знаходиться в

5 км від р. Жовті Води. В 2011 - 2012 рр. заскладовано близько 36,6 млн. м<sup>3</sup> відходів. Так само на території підприємства ДП «Бар'єр» утворено два хвостосховища відходів уранового виробництва «ДП-6» (обсяг відходів 40 тис. тонн, загальна активність 1,3 ТБк) та «База С» (обсяг відходів 300 тис. тонн, загальна активність 440 ТБк).

Уран за своєю природою не радіоактивний. Небезпеку становлять продукти розпаду урану - радій і радон. Радон створюється природним шляхом розпаду урану-238 і має період напіврозпаду 3,823 дня. При видобутку та переробці уранової руди, він потрапляє в навколишнє середовище і завдає серйозної шкоди організму людини, коли вдихається всередину. У процесі видобутку і переробки урану утворюється значна кількість відходів, що містять у собі природні радіонукліди  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{210}\text{Po}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  та інші продукти розпаду уранового та торієвого рядів являють собою джерела радіоактивного забруднення навколишнього середовища.

Уран в будь-якому вигляді становить небезпеку для здоров'я людини. Причому хімічна токсичність урану становить велику небезпеку, ніж його радіоактивність. Уран - загальноклітинна отрута, вражає всі органи і тканини. Всі ізотопи і склади урану є отруйними. Уран, як відомо, випускає альфа-, бета- і гамма-випромінювання. Альфа-випромінювання - найбільш небезпечний фактор, так як затримується клітинами тканини і призводить до змін на клітинному рівні. Енергетика у кожного радіонукліда своя. Основну небезпеку уран представляє для шахтарів уранових шахт, рудників з видобутку поліметалів, вугільних шахт (особливо з бурим вугіллям), а також працівників уранових збагачувальних фабрик. Інше населення може бути піддано дії урану (або дочірніх продуктів його розпаду, наприклад, радону) при вдиханні пилу або поглинанні води і їжі. При великому споживанні уран вражає нирки, оскільки є токсичним металом. Уран не приводить до виникнення раку у людини, але продукти його розпаду, особливо радон, можуть викликати онкологічні захворювання.

Ізотопи типу стронцію-90, йоду-90 і інших продуктів поділу не виникають самі собою з урану, але вони можуть проникнути в організм людини в ході деяких медичних процедур або при контакті з відпрацьованим ядерним паливом. У людському організмі природним чином міститься в середньому 0,09 г урану. Він розподілений в організмі так: приблизно 66% в скелеті, 16% в печінці, 8% у нирках і 10% в інших тканинах. Людина може поступово накопичувати вміст урану в організмі під час незахищеного контакту з металевим ураном, причому ризик для здоров'я пропорційний ступеню опромінення. Уран, що міститься в кістковій тканині, обумовлює її постійне опромінення (період напіввиведення урану з скелета близько 300 діб). Найменші концентрації урану - в головному мозку і серці. Ознаки отруєння обумовлені переважним ураженням нирок; уражаються також печінка та шлунково-кишковий тракт. Дуже схильні до впливу радіації очі людини. Найбільш вразлива частина ока - кристалик. Під впливом радіації відбувається поступове його помутніння (загиблі клітини стають непрозорими). Розростання помутнілих ділянок призводить спочатку до катаракти, а потім і до повної сліпоти.

Таким чином, видобуток урану є причиною знищення величезних територій. Великі запаси непридатною для експлуатації уранової руди, величезні хвостосховища з отруйними стічними водами і основна частина радіоактивності видобутого урану залишається в постраждалих районах. Страждає здоров'я працівників та населення, що проживає в регіоні, також забруднюється довкілля.

Небезпеку для навколишнього середовища представляють собою пункти видобутку, складування, переробки радіоактивної сировини, відвали «порожньої» породи на рудниках і шляхи транспортування руди. Навколо хвостосховища з часом утворюється постійно функціонуючий як наземний, так і підземний ореол поширення радіонуклідів. Більшість матеріалів, які контактують з радіоактивною речовиною, також стають радіоактивними і повинні бути утилізовані як низько- або середньоактивні радіоактивні відходи. Видобуток уранової руди, її переробка споживають величезну кількість горючих копалин. Ядерний паливний цикл виробляє парникові гази.

Очевидно, що неможливо створити повністю безпечне сховище для остаточного поховання радіоактивних відходів, тому неможливо зробити докладні прогнози геологічних або соціальних змін протягом довгого часу. Тому проблема пошуку оптимальних рішень захоронення відходів уранового виробництва залишається відкритою.

*Коваленко Світлана Андріївна, Піценко Анна Сергіївна, студенти факультету літакобудування, 2 курс, 129 гр., науковий керівник – канд. техн. наук, доцент Мизаль Г. В., Національний аерокосмічний університет ім. М. Е. Жуковського «ХАІ». Наукові інтереси: екологічна безпека навколишнього середовища. Тел: +380955370597, e-mail: annet\_sunshine@bk.ru*