

Приведенные выше примеры использования гидромолотов для без-взрывной проходки тоннелей убедительно показывают, что данная технология имеет свою область применения, где она наиболее эффективна: в породах средней прочности, т.е. в интервале между щитовым и буровзрывным способами проходки. В массивах крепких скальных пород эффективна технология безвзрывной проходки гидромолотами в сочетании с предварительным дроблением массива зарядами ВВ.

В крепких породах даже при создании щели по контуру выработки, но без предварительного дробления массива зарядами ВВ, целесообразность применения гидромолотов для разрушения породы – сомнительна.

Библиографический список

1. **Сборник** информации по исследованию эффективности применения и перспективам развития горнопроходческого оборудования в подземном строительстве. – М.: ТИМР, 1989. – 214 с.
2. **Зборщик М.П., Лысиков Б.А.** Безвзрывной и экологически чистый способ проведения выработок по выбросоопасным породам // Уголь Украины. 2000. - № 5. – с. 15-17.
3. **Макаров А.Б., Романов А.Н.** Безвзрывная проходка горных выработок гидромолотами КР И РР // Подземное пространство мира. 1996. - № 1-2. – с. 51-53.
4. **Исследование** эффективности применения и перспективы развития горнопроходческого оборудования в подземном строительстве. – М.: ТИМР, 1990. – 244 с.

© Лысиков Б.А., Резник А.В., Дубинин А.В. 2004

УДК 504:553.499(477.6)

ПАНОВ Б.С., САХНО С.В., ДонНТУ

ПРО ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЇ У ЗВ'ЯЗКУ З РТУТОНОСНІСТЮ ВУГІЛЛЯ ДОНБАСУ

Ртуть є елементом-токсикантом, який негативно впливає на організм людини. Узагальнення наявних даних показують, що у Донбасі вміст ртуті у всіх середовищах перевищує ГДК; ці дані істотно відрізняються від показників у закордонних країнах. Сучасна екологічна ситуація у Донбасі, пов'язана з цим, безперечно повинна бути об'єктом комплексних досліджень та узагальнень, а кожен з нас не повинен бути байдужим до питання про екологічного стану середовища свого існування.

Донецький кам'яновугільний басейн є головним в Україні й одним з найважливіших не тільки в Європі, але й в усім світі. Не випадково ще на початку ХХст. французький академік Годрі, після робіт Л.І.Лутугіна і його учнів у Донбасі сказав: «Кожен геолог, що працює по палеозою повинен би їздити сюди учитися» [5]. Із часів сучасного відкриття (1721г) і промислового освоєння Донбасу (1795г) видобуто більш 8млрд.т кам'яного вугілля, причому в 70^х роках ХХст. цей видобуток доходив до 200млн.т у рік і більше (до 212млн.т). При середньому вмісті ртуті у вугіллі Донбасу близько 1г/т [3] це означає, що добуто з вугіллям приблизно 8тис.т ртуті, що рівноцінно середньому по своїх масштабах ртутному родовищу. А якщо врахувати вміст ртуті у вугіллі Микитівського ртутно-рудного поля до 20г/т і більше, то вийде величина добутої з вугіллям ртуті ще значніша. Для порівняння варто помітити, що середній вміст ртуті у вугіллі ОША за даними 6000 аналізів не перевищує 0,2г/т[7].

Узагальнено дані про вміст ртуті у вугіллі по вуглепромислових районах Донбасу (табл.1).[3,4,7 та ін.]

У Донбасі 9 вуглепромислових районів; з вугілля шахт було відібрано 2638 проб. Вміст ртуті у вугіллі шахт у Центрального (Горлівського) району коливається в межах 0,01 – 30г/т, середній вміст ртуті 1,214г/т, кількість відібраних проб складає 1198. За даними 43 проб був виявлений вміст ртуті у вугіллі шахт Красноармійського вуглепромислового району, максимальна і мінімальна границі якого 0,02 – 20г/т, середній вміст складає 2,372г/т. У Донецько-Макіївському районі дані по вмісту ртуті укладені в межах 0,156 – 3,09г/т, із середнім вмістом 0,994 при кількості відібраних проб вугілля 165. Вугілля Селезнівського (Комунарського) вуглепромислового району за даними 599 проб характеризуються наступними показниками ртуті, що знаходиться в них, 0,02 – 3,0г/т, 0,519г/т – середній

вміст. У вугіллі Боково-Хрустальського району вміст ртуті коливається в межах 0,12 – 8,8г/т, із середнім значенням 0,478г/т, кількість відібраних проб вугілля складає 299. Вугілля шахт у Должанно-Ровеньківському вуглепромислового районі характеризуються наступними граничними показниками по вмісту ртуті 0,25 – 3,2г/т, де 0,299г/т є середнім значенням вмісту ртуті при кількості відібраних проб вугілля 148. У Чистяково-Сніжнянському районі відібрано 8 проб вугілля і визначені наступний вміст ртуті укладені в межі 0,1 – 0,4г/т із середнім вмістом 0,263г/т. У вугіллі шахт Алмазно-Мар'ївського вуглепромислового району вміст ртуті коливається в межах 0,03 – 8,4г/т, 0,124г/т – середній вміст, 216 – кількість відібраних проб вугілля. Вугілля шахт Луганського району містять ртуть, максимальне і мінімальне значення якого складають 0,05-0,06г/т, із середнім значенням 0,055г/т, при кількості відібраних проб вугілля 2.

Табл. 1. Зведена таблиця по вмісту ртуті у вугіллі по вуглепромислових районах Донбасу

Вуглепромисловий район	Кількість відібраних проб вугілля	Вміст ртуті, г/т		
		максимальне	мінімальне	середнє
Центральний (Горлівський)	1198	30	0,01	1,214
Красноармійський	43	20	0,02	2,372
Донецько-Макіївський	165	3,09	0,156	0,994
Селезнівський (Комунарський)	559	3,0	0,02	0,519
Боково-Хрустальський	299	8,8	0,12	0,478
Должанно-Ровеньківський	148	3,2	0,25	0,299
Чистяково-Снежнянський	8	0,4	0,1	0,263
Алмазно-Мар'ївський	216	8,4	0,03	0,124
Луганський	2	0,06	0,05	0,055
Усього	2638	8,55	0,084	0,702

Таким чином, максимальний вміст ртуті у вугіллі характерно для Горлівського (Центрального) вуглепромислового району – 30г/т (при середньому вмісті 1,214г/т), мінімальне – для Луганського 0,05г/т (із середнім вмістом 0,055г/т). Вугілля шахт Центрального (Горлівського) і Красноармійського вуглепромислових районів по вмісту ртуті перевищують ГДК.

Вміст ртуті по Донбасу складає: максимальне значення – 8,55г/т, мінімальне – 0,084г/т, середнє – 0,702г/т.

Ртуть є елементом-ксенобіотиком, що негативно впливає на організм людини (хвороба Мінамоти), особливо майбутніх мам. Потрапляючи з повітрям в організм людини ртуть утворює токсичну метилртуть, що негативно впливає на імунні властивості і викликає серцево-судинні й інші захворювання. Не випадково приблизно половина народжених у районі Микитівського ртутного родовища малюків не доживає до 1 року. Тому в Донбасі в 10 разів і більше у порівнянні з Норвегією, Данією й іншими країнами Європи частіше трапляються захворювання інфарктом міокарда, інсультами й іншими серцевими хворобами. У цьому одна з причин, чому жителі нашого регіону живуть менше, ніж жителі інших, особливо західних областей України. Причиною підвищеного вмісту ртуті, а також миш'яку й інших хімічних елементів-токсикантів є, очевидно, приналежність вугільного басейну до центральної частини лінеаменту Карпинського, що відділений зонами глибинних розламів від стабільних блоків Сарматського кратону. Нагромадження вугленосної товщі порід у Донбасі відбувалося на фоні рухів по ним, що сприяли надходженню ртуті й інших елементів з мантийних глибин і їхньому нагромадженню у вугленосній товщі, що відкладається, а також наступних гідротермальних перерозподілів ртуті й ін. елементів у сприятливих структурних пастках у цій товщі.

Використання кам'яного вугілля Донбасу в Україні і прилягаючих частинах Європи, а також в інших регіонах шляхом його спалювання в побутових цілях, коксохімічному виробництві, електроенергетиці і т.д. приводить до забруднення ртуттю значних просторів. Спочатку ртуть випарюється в повітряне середовище, потім осаджується разом з

атмосферними опадами, накопичуючи в ґрунтах регіонів, потрапляє в підземні води і т.д. Не випадково при вмісті ртуті в ґрунтах заповідних місць Донбасу «Кам'яні Могили» і «Хомутовська степ» 0,037г/т, місцями в ґрунтах м.Донецька воно доходить до 4-9г/т, а в районах Єнакіївського і Микитівського металургійних і коксохімічних заводів перевищує вищевказані значення в 2-3 рази і більше. Таким чином, існує проблема забруднення ртуттю значних територій області.

Проблема забруднення ртуттю навколишнього середовища все більше починає привертати увагу дослідників, адже якщо всією промисловістю в ХХст. було видобуто 126,5тис.т цього металу, то в ХХст. тільки за період 1945-1978р.р. була використана така ж її кількість, головним чином у промисловому синтезі штучних тканин, целюлозно-паперовому виробництві, сільському господарстві (пестициди) і інших. Показово, що ртуть з'явилася предметом першої публікації за критеріями зв'язку здоров'я людини з хімічним забрудненням навколишнього середовища і у даний час проводяться регулярно Міжнародні конференції по цій проблемі [7 і ін.].

Продуктивна діяльність людини руйнує століттями сформовані в природі зв'язки і для того, щоб біоценози знову самоорганізувалися необхідні десятки років, і навіть сторіччя. Оскільки існує тенденція недооцінки цього явища, то повторення тези про негативну сторону науково-технічного розвитку, про що говорив ще В.И.Вернадський [2], необхідно.

Щорічно підприємства гірничо-рудної, кам'яновугільної, нафтопереробної й іншої галузей промисловості добувають з надр землі мільярди тонн різних руд, паливних і будівельних матеріалів. В атмосферу викидається понад 200млн.т оксиди вуглецю; тільки від енергетичних установок у повітря надходить близько 600млн.т сірчаного ангідриду, близько 146млн.т оксиду сірки, 70млн.т неочищених токсичних газів і т.д. На полях розкидається 90млн.т добрив і більш 2млн.т пестицидів. Усе це створює масу екологічних проблем.

Міжнародні експерти прийшли до висновку, що сучасні антропогенні викиди ртуті у світову атмосферу виражаються величинами того ж порядку, що й викиди, що утворюються при природних процесах. Разом з тим сучасні фонові рівні ртуті істотно зросли, цілком ймовірно, за рахунок антропогенних викидів. Відзначено також, що в межах декількох кілометрів від місця перебування джерела антропогенних викидів донні відкладення ртуті перевищують фонові значення в 10-100 разів. Показові результати аналізів, проведених науково-дослідним біологічним центром (м.Ніцца), що свідчать про те, що в середньоземноморській рибі вміст ртуті в три рази більше, ніж у риби, що живе в Атлантичному океані[7].

Таким чином, рішення задач охорони біосфери і людини від техногенних, у тому числі хімічних, забруднень вирішальним образом залежить від політики держав у боротьбі з реальною небезпекою екологічної кризи.

В.З.Фурсов на підставі проведених багаторічних вимірів вмісту парів ртуті в приземній атмосфері (2,0-2,7м) різних регіонів країни визначив середній фоновий рівень ртуті, рівний $2,01 \pm 0,01 \text{нг/м}^3$, і виявив граничні значення: мінімальне – $1,55 \pm 0,08$ (Північний Казахстан) і максимальне – $2,99 \pm 0,10$ (Крим). Автор прогнозує зростання фонового рівня ртуті до 2000 року до $2,8 \text{нг/м}^3$ за рахунок природних і антропогенних факторів. Температура ртутьвміщуючих руд і порід, що її вміщують, на глибині їхнього залягання складає (50-700С и вище) і це досить для постійної сублімації парів ртуті. По зонах дроблення і тріщинуватості пари ртуті спрямовуються нагору в напрямку зменшення тиску.

Постійна наявність ртуті в атмосферному повітрі значною мірою пояснюється тим, що до природних джерел надходження в повітря додається техногенна ртуть, що одержується при пірометалургійному способі її одержання з руди, а також виділяється при спалюванні великої кількості вугілля і торфу, рідкого палива і газу (табл.2).

Вугілля є сьогодні головним джерелом надходження в біосферу багатьох металів. Спостереження свідчать, що при відповідних метеорологічних умовах техногенне розсіювання металів, особливо ртуті, може відбуватися на сотні і тисячі кілометрів, здобуваючи міжконтинентальні масштаби.

Як ілюстрацію закономірного зниження вмісту ртуті в атмосфері в результаті планомірно проведеного комплексу інженерно-технічних, організаційних і санітарно-технічних заходів приведені зведені дані про динаміку ртуті в атмосферному повітрі Микитівського ртутного комбінату за 1982, 1986-1988р.р. (за даними органів саннагляду м.Горлівки). Середній вміст парів ртуті на відстані 1км від заводу за цей період знизився з 5,2 до $0,7 \text{мкг/м}^3$, на відстані 2км – з 4,2 до $0,6 \text{мкг/м}^3$, на відстані 3км – з 4,7 до $0,4 \text{мкг/м}^3$, тобто приблизно в 8-10 разів.

Табл. 2. Основні джерела, що обумовлюють техногенне забруднення навколишнього середовища ртуттю і її сполуками по [7].

Природні і техногенні матеріали і продукти як джерела надходження ртуті в навколишнє середовище	Галузь промисловості (типові технологічні процеси), місце матеріального джерела забруднення в технологічному процесі	Вид виробництва, сфера застосування
Руда (ртутна, поліметалева)	Кольорова металургія, термічна переробка; сировина	Виробництво ртуті, кольорових металів (міді, цинку і т.д.), сірчаної кислоти
Нерудні викопні матеріали	Термічна переробка; сировина	Виробництво цементу
Органічне паливо (вугілля, торф, нафта, деревина)	Спалювання і термічна переробка; сировина	Виробництво теплової й електричної енергії, коксохімія
Ртуть і утримуючі її технологічні напівпродукти і цільові продукти	Хімічна, хіміко-фармацевтична, електротехнічна промисловості, амальгамування; сировина, допоміжний матеріал, наповнювач, каталізатор, технологічне устаткування (ртутний катод)	Виробництво хлору і каустичної соди, неорганічних і органічних сполук ртуті, електровакуумне виробництво, приладобудування. Видобуток дорогоцінних металів з руд, медицина (стоматологія), лабораторна практика
Неорганічні ртутьутримуючі сполуки (речовини, технологічні напівпродукти і цільові продукти виробництва)	Хімічна, хіміко-фармацевтична, електротехнічна; сировина, каталізатор, компонент виробу, використовується продукт	Виробництво неорганічних і органічних сполук ртуті, ацетальдегіду, хімічних джерел електричного струму, фарб, захист гідротехнічних споруд і підводних частин судів від обростання, медицина, фармація, фотосправа, лабораторна практика
Органічні ртутьутримуючі сполуки (речовини, технологічні напівпродукти і цільові продукти виробництва)	Хімічна, хіміко-фармацевтична, сировина, використовується продукт	Захист рослин від шкідників і хвороб у сільськогосподарському виробництві (протравляння насіння), захист гідротехнічних споруджень і підводних частин судів від обростання, медицина, фармація, лабораторна практика, боротьба зі слизевутворення у виробництві папера

Не можна не враховувати таке велике джерело забруднення навколишнього середовища, як ртуть, що виділяється в процесі спалювання усіх видів палива. За даними Інституту мінеральних ресурсів АН УРСР[3] середній вміст ртуті у вугіллі Донбасу в деяких випадках перевищує 1,0г/т, а у 4-9% проб сягає значень до 100г/т. У роботі [7] показано, що на частку ТЕЦ потужністю 1300МВт припадає викидів у повітря 3,5кг Hg/сут. у вигляді парів і 0,3кг/сут. у вигляді аерозолі; у середньому при спалюванні вугілля 90% ртуті, що вміщує вугілля, втрачається з димовими газами і тільки 10% залишається в золі.

При оцінці даних вмісту ртуті в ґрунті навколо Микитівського ртутного комбінату встановлено тісний взаємозв'язок між ступенем забруднення ртуттю атмосферного повітря і ґрунту. Показником цього є поступове зниження вмісту ртуті в ґрунті в міру віддалення від пірометалургійного заводу, більш інтенсивне забруднення ґрунту в напрямку пануючих вітрів, і, нарешті, в обох випадках підвищення вмісту ртуті, що визначилися в радіусі до 5км від джерела ртутних викидів (табл.3). Інтенсивність забруднення ґрунту ртуттю в районі ртутного комбінату характеризується досить значними цифрами.

Табл. 3. Вміст ртуті в атмосфері і ґрунті в районі Микитівського ртутного комбінату (по Г.Я.Чегринцю)[7]

Вміст ртуті	Відстань від комбінату, м							Контроль
	500	1000	2000	3000	4000	5000	6000	
В атмосфері, мкг/м ³								
максимальне	—	4,0	2,5	1,8	1,2	0,8	0	0
мінімальне	—	0,6	0,5	0	0	0	0	0
середнє	—	3,1	1,5	0,9	0,5	0,1	0	0
У шарі ґрунту глибиною до 10см, мг/кг								
максимальне	135,8	37,4	20,1	4,8	5,1	0,9	0,16	0,21
мінімальне	3,9	0,5	0,6	0,1	0,1	0,2	0,05	0,12
середнє	37,4	10,1	5,6	1,8	1,1	0,5	0,1	0,15

При порівнянні цих показників з фоновими значеннями вмісту ртуті для даних ґрунтів (у середньому 0,15мг/кг) стає очевидним, наскільки серйозним джерелом забруднення ґрунту ртуттю є ртутний комбінат.

Вміст ртуті над континентами приблизно в 10 разів вище, ніж над Світовим океаном. У стовпі повітря над континентальними областями утримується $1,5 \pm 0,5$ г/км² ртуті, що приводить до випадання за добу 0,15г/км² металу. У цілому в атмосфері утримується 350т ртуті (260т над континентами і 90т над океанами, площа яких у 4 рази більше площі суші). Частка антропогенної ртуті в атмосфері коливається від 10 до 20% і оцінюється приблизно в 50т. Час виведення ртуті з ґрунту в атмосферу складає $4 \cdot 10^2$ років, із ґрунту в гідросферу $-9 \cdot 10^2$ років, на сушу осаджується 0,8 усієї кількості металу, що знаходиться в атмосфері [7].

Забезпечення гігієнічних стандартів вмісту хімічних елементів у навколишньому середовищі охороняє від нагромадження їх в організмі людини або критичних органів понад припустимий рівень. Припустимий рівень (ПР) – це така кількість речовини в організмі або критичному органі, що при постійному його вмісті не викликає змін у стані здоров'я людини, що виявляються сучасними методами дослідження. У цифровому вираженні для елементів таблиці Менделєєва припустимий рівень дорівнює верхній границі норми. Припустиме нагромадження елементів відбиває максимально припустиме навантаження за рахунок забруднення ними навколишнього середовища. Критичний рівень (КР) – це така кількість елемента в біосередовищах організму, що супроводжує гігієнічним значимим зрушеннями в організмі. Звичайно КР в 1,5-3 рази перевищує ПР. Б.А.Ревич приводить наступні значення ПР і КР ртуті в метілртуті в сечі і крові: ПР ртуті в сечі для професійної експозиції пару – 10мкг/дм³, КР в сечі – 50-100мкг/дм³, КР в крові 1-2мкг/мол; ПР метілртуті в крові – 2мкг/100мол, КР – 20-40мкг/100мол, КР в сечі – 50-60мкг/дм³[7].

Особливо небезпечно для людини присутність ртуті в атмосферному повітрі, яким ми дихаємо, таких сполук як метілртуть CH_3Hg , діметілртуть CH_3HgCH_3 і метілхлорид ртуті CH_3HgCl , що виявляються у вихлопних газах автотранспорту та ін. Останні 2 компоненти присутні у повітрі в концентраціях від 0,004 до 0,04нг/м². Відома в усім світі хвороба Мінамоти (Японія) пов'язана з масовими інтоксикаціями метілртуттю, що при рН<7 включається в біоценоз, ця ж сполука ртуті досить негативно впливає на вагітних жінок та їхній плід. Питання про біологічну роль ртуті ще не вирішений, однак її визначення в крові, слині, волоссі інших виділеннях організму, як і продуктах харчування, рослинах і т.д. досить важливе, тому що дозволяє визначити ступінь небезпеки концентрацій, що виявляються в організмі людини, ртуті. Медиками доведено, що як мікроелемент ртуть благотворно впливає на деякі фізичні процеси в організмі тварин і людини, однак при високій концентрації ртуті вона перетворюється в токсичну (табл.4).

Табл. 4. Вміст метилртуті CH_3Hg (у перерахуванні на ртуть) у біосередовищах людини [7]

Біосередовище	Вміст ртуті		
	У нормі	При летальних випадках отруєння	У осіб, що вживають забруднену рибу
Цільна кров, нг/кг	5	1300	155-650
Еритроцити, нг/кг	10	2400	822-1200
Волосс, мг/кг	10	500	56-185

Сучасна екологічна ситуація безперечно є об'єктом комплексних досліджень. Кожен з нас кровно зацікавлений в екологічному благополуччі середовища свого існування, тому представлений у статті матеріал буде сприяти рішенню насущних екологічних задач.

Бібліографічний список

1. **Большаков А.П., Кирикилица С.И., Птушка Л.И., Эдельман А.М.** Техногенные ореолы ртути//Гигиена и санитария, 1974, -№2. – с11-112.
2. **Вернадский В.И.** Избранные сочинения: в 6т. Изд-во АН СССР, -1954-1960, т.1-6.
3. **Дворников А.Г., Кирикилица С.Н.** Ртутоносность углей Донецкого бассейна. – М. Недра, 1987.-158с.
4. **Курмелев И.И., Шевченко В.П., Доброгорский Н.А., Сафралова И.Л.** Токсичность продукции шахт Чистяково-Снежнянского геолого-промышленного района Донбасса//Уголь Украины, 1999, июль-с.41-42.
5. **Лазаренко Е.И., Панов Б.С., Груба В.И.** Минералогия Донецкого бассейна, Т.1, Киев, «Наукова думка», с.253.
6. **Ревич Б.А.** Гигиеническая оценка содержания некоторых химических элементов в биосубстанциях человека//Гигиена и санитария. -1986, -№7. –с59-62.
7. **Трахтенберг И.М., Коршун М.Н.** Ртуть и ее соединения в окружающей среде//Киев «Вища школа», 1990, -с.232.
8. **Чегринец Г.Я.** Загрязнение внешней среды ртутьорганическими пестицидами//Остатки пестицидов. Тр. II Всес. совещ. по исслед. остатков пестицидов, профилактике загрязнения ими продуктов питания, кормов и внешней среды. Таллинн, 1971. –с373-376.
9. **Mercury Environmental Health Criteria/Geneva, WHO, 1976, -132p.**
10. **Jindberg S.E.** Mercury partitioning in a power, plant plume and its influence on atmospheric removal mechanisms//Atmosph. Environ., 1980, -Vol.14, №2, p.p.227-231.
11. **World Health Organization Meeting of investigators for the international study of normal values for toxic substances in the human body//WHO. Helth.-Geneva, 1985-2002.**

© Панов Б.С., Сахно С.В. 2004

УДК 622.132

С.Б.РОМАНЧЕНКО, Г.А.ПОЗДНЯКОВ (ННЦ ГП – ИГД им.А.А.Скочинского), **К.ЛЕБЕЦКИ** (опытная шахта «Барбара», Польша), **И.МРУЗ** (ЕМАГ, Польша)

СТЕНДОВЫЕ И ШАХТНЫЕ ИСПЫТАНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ПЫЛЕВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Приведены результаты шахтных и стендовых испытаний системы контроля пылевзрывобезопасности горных выработок как одной из основных составляющих комплекса мер по предупреждению взрывов. Автоматизированный контроль осуществляется на основе оптических датчиков контроля витающей пыли, аппаратных и программных составляющих общешахтной системы мониторинга, а также специального программного обеспечения для пересчета показаний датчиков в интегральные показатели пылевзрывобезопасности выработок.