

2. Зборщик М. П., Назимко В. В. Охрана выработок глубоких шахт в зонах разгрузки. – К.: Техника, 1991. – 248 с.
3. Кузьмич А. С., Калюжный Н. Т., Видулин А. Е. Расположение полевых выработок при разработке угольных пластов. М., Недра, 1981. – 188 с.
4. Мякенький В. И. Сдвигение и дегазация пород и угольных пластов при очистных работах. К.: „Наукова Думка”, 1975 г.
5. КД 12.01. 01.201-98. Методические указания. Расположение, охрана и поддержание горных выработок при отработке угольных пластов на шахтах. Донецк. УкрНИМИ. 1998. – 100с.

УДК 622.016

Д-р техн. наук, проф. В.Г. Перепелиця
(ІГТМ НАН України),
стажист-дослідник Є.З. Маланчук
(Національний університет водного господарства
та природокористування, м. Рівне)

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПРОЦЕСУ РОЗПОДІЛУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ТЕХНОГЕННИХ РОЗСИПАХ

В представленій роботі приведені результати лабораторного експерименту по встановленню закономірностей розподілу важких металів у розсіпі та параметрів ядра розсіпу

LABORATORY RESEARCHES OF FEATURES OF PROCESS OF DISTRIBUTING OF HEAVY METALS ARE IN TECHNOGENIC MINERAL DEPOSITS

In the presented work the results of laboratory experiment are resulted on establishment of conformities to the law of distributing of heavy metals in a mineral deposit and parameters of kernel of mineral deposit

Вивчення відходів як потенційного джерела техногенної мінеральної сировини розпочалося в Україні у 70-і роки минулого століття за ініціативою Ради по вивченню продуктивних сил України Національної академії наук. До 70-80-х років відносять перший прецедент легалізації такого роду ресурсних об'єктів. Тоді в шламосховищі ім. Максимова Дніпропетровської області було оцінено за промисловими категоріями запаси марганцевих руд в обсязі 1,09 млн. т при середньому вмісті марганцю 13,6% . Пізніше запаси цього техногенного родовища було взято на облік у державному балансі запасів і віднесено до резерву державного фонду надр.

Техногенне родовище - це об'єкт накопичення відходів, утворених при видобуванні, збагаченні, хіміко-металургійній та іншій переробці мінеральної сировини чи палива, який у встановленому порядку геологічно вивчено і який згідно з техніко-економічною оцінкою доцільно використовувати як джерело мінерально-сировинних ресурсів.

Крім того, до техногенних родовищ належать також місця чи об'єкти накопичення:

- продуктів переробки мінеральної сировини чи палива, що виникли внаслідок їх втрат під час транспортування, зберігання та використання;
- некондиційної мінеральної сировини, яка за чинних умов не залучається в технологічний процес, але в перспективі при зміні техніко-економічної ситуації може бути залучена до переробки (Табл. 1) [1].

За підсумками досліджень останніх років доведена можливість отримання з лежалих хвостів збагачення залізних і марганцевих руд концентратів золота. З лежалих хвостів збагачення Вільногірського гірничозбагачувального комбінату (Дніпропетровська обл.) за удосконаленою схемою збагачення одержано високоякісний вторинний концентрат титану, а рентабельність освоєння об'єкта оцінюється в 50%.

Таблиця 1 - Обсяги утворення та використання відходів мінерального походження

Номенклатура	Ресурси (обсяги нагромадження)	2005 р.			2007 р.		
		Обсяги утворення	Обсяги використання	Рівень використання, %	Обсяги утворення	Обсяги використання	Рівень використання, %
Всього, млн.т, у тому числі:	2761	194,2	101,4	52,2	231,2	150,4	65,1
Породи розкриті, супутні, скельні, тис. т	10399	66904	64986	97,1	105449	108800	100,3
Відходи збагачення поліметалевих руд, тис. т	172416	7727	-	-	9835	-	-
Шлаки доменні, тис. т	86692	13600	5948	43,7	14141	9420	66,6
Шлаки сталеплавильного виробництва, тис. т	135582	7761	3922	50,5	7073	5823	82,3
Шлаки феросплавні, тис. т	19617	1190	934,5	78,5	1261	1248	98,9
Золи і шлаки ТЕС, тис. т	289079	8524	1278	15	7953	1593	20,0
Відходи вуглевидобування і вуглезбагачення, тис. т	906419	35409	2329	6,5	28192	3140	11,1
Шлами червоні, тис.т	29873	1322	53,8	4,0	1724	62,7	3,6
Фосфогіпс, тис. т	45431	254	-	-	718,5	3,4	0,5

Найзначніша проблема, яка перешкоджає нарощуванню потужностей переробки техногенних родовищ - недосконалість технології. Так, методом гравітації

з породи вдається вилучити від 40 до 60 відсотків корисних компонентів, а решта залишається у так званих «хвостах». Оскільки здебільшого родовища є поліметалічними, тобто містять в собі ще й срібло, свинець, цинк, кадмій, тощо, які не вилучаються в процесі видобутку і переробки, а зберігаються у відвалах та хвостосховищах і чекають залучення відповідних технологій [2,3,4].

Аналогічна ситуація спостерігається на Рафалівському базальтовому кар'єрі в Рівненській області, де при свердловинному гідровидобутку туфу на карти намиву або в хвостосховища скидаються важкі метали, такі як мідь, титан, срібло [5].

Для набуття цими родовищами практично-виробничого характеру і вилучення цінної мінеральної сировини необхідно розробити науково обгрунтовані технології їх розробки .

Таким чином, проблема промислового освоєння техногенних розсипів є актуальною, і в першу чергу по запасах цінної мінеральної сировини, що збільшуються в ретроспективі їх утворення.

Експериментальні дослідження були проведені з метою визначення особливостей процесу розподілу важких металів в техногенних розсипах, а також вивчення питання кількісного розподілу металу в розсипу та параметрів її ядра при різному процентному вмісті металу в гідросуміші і різній консистенції рідкого до твердого (Р:Т) в залежності від послідовності утворення ядра розсипу як кінчного типу, так і при заповненні балок, ярів та низин.

Експериментальні дослідження проводилися на спеціально розробленому стенді. Оскільки всі фізичні процеси намиву відбуваються під дією розтікання потоку пульпи на пляжі намиву, то при моделюванні намив гідросуміші досліджувався за результатами процесів осадження і замиву (кольматації) крупних частинок.

Маса туфу, об'єм води та металу при проведенні досліджень брались у відповідних пропорціях, наведених у табл. 2.

Для дослідів туф доставлявся з Рафалівського базальтового кар'єру (с. Іванчі, Рівненської обл.) з максимальним діаметром зцементованих частинок до 7 мм.

У зв'язку з тим, що в туфах Рафалівського кар'єру процентний вміст самородної міді становить 0,4...1,2%, в дослідях масу металу брали відповідно 0,5%, 0,75%, 1,0%, по відношенню до маси туфу. Так як в туфах мідь тонко вкраплена частинками діаметром до 2 мм, розмір металевих кульок в експериментах не перевищував 2,3 мм., і знаходився в діапазоні 0,1...2,3 мм.

Перед початком експерименту в змішувач завантажували порцію туфу, води і металу у відповідності з пропорціями табл. 2. Секундомір вмикали, як тільки перша порція гідросуміші з'являлась на виході пульпопроводу, і вимикали у момент припинення транспортування. Такий підхід дозволив усереднювати гідравлічні показники потоку суміші і сформувані розсип з ядром.

В зв'язку з тим, що досліджуваний цеоліт-сметитовий туф має значну водопоглинаючу здатність – 30% і при гідротранспортуванні він подрібнюється, а фізичні властивості гідросуміші визначаються крупністю часток всієї маси гі-

дросуміші, то при обробці експериментальних даних розглядалися розмірні характеристики не окремих частинок, а всієї маси.

Таблиця 2 – Основні показники проведення експериментальних досліджень

№ досліджу	Час t, хв.	Об'єм води W, л	Масса туфу M, кг	Масса металу m, кг		
				0,5 %	0,75 %	1,0 %
Серія 1						
1	23,8	90	10	0,05	0,075	0,1
2	24,1	90	10	0,05	0,075	0,1
3	23,6	90	10	0,05	0,075	0,1
Серія 2						
4	24,2	85	15	0,075	0,1125	0,15
5	24,1	85	15	0,075	0,1125	0,15
6	23,8	85	15	0,075	0,1125	0,15
Серія 3						
7	24,0	80	20	0,1	0,15	0,2
8	23,7	80	20	0,1	0,15	0,2
9	24,1	80	20	0,1	0,15	0,2

Основна увага при моделюванні утворення розсипу з ядром приділялась збереженню режиму витоку гідросуміші з пульпопроводу, а також відтворенню заданої концентрації гідросуміші туфу у змішувачі.

Для забезпечення необхідної точності при встановленні процентного вмісту металу в сформованому на лабораторному стенді техногенному розсипі, останній розбивався на окремі об'єми розміром 10 см × 10 см × 5 см.

Тобто по висоті сформований розсип зрізався після усадки (2 доби), не порушуючи його структури через кожні 5 см, укладався на дослідний стіл, після чого з допомогою магнітного стержневого сепаратора (тип СМС 0,5-1-МН-0,2) магнітною індукцією 600 мТл вилучався метал. Зважування вилученого металу проводилось на електронній вазі марки ВЛКТ – 500 г-М і ВЛКТ – 2 кг-М.

Вибрана ділянка досліджень обладнувалась так, щоб можна було заміряти всі параметри, які характеризують намив техногенного розсипу з ядром. До яких відносились: витрата і консистенція гідросуміші, гранулометричний склад туфу, ріст в часі висоти намитого розсипу, просіювання та зважування кількості металу в ядрі, напору та висоти падіння пульпи.

Розглянемо вплив окремих чинників на формування ядра в техногенному розсипі.

Кількісно оцінити витрату енергії окремо для кожної взаємодії твердих частинок в падаючому потоці пульпи, а також у воронці розмиву не представляється можливим, тому в роботі прийнято метод сумарної оцінки роботи потоку, яка виражається максимальною транспортуючою здатністю падаючого потоку в тіло розсипу.

В наших дослідженнях ми застосовували моделювання туфу по гідравлічній крупності, яке більш обумовлено, ніж геометричне моделювання по діамет-

ру частинок, так як воно враховує дію сил тяжіння та інерції на осідаючу породу при наливі.

Проводячи експеримент по встановленню параметрів ядра розсипу, важливо було також підтвердити наукові ідеї та гіпотези багатьох досліджень інших авторів про існування самого ядра, а також встановити закономірність розподілу важких металів як в площині, так і по висоті розсипу, з визначенням параметрів ядра, що можливо лише експериментальним шляхом.

Процес формування техногенного розсипу з утворенням ядра залежно від концентрації питомої ваги пульпи досліджували у трьохметровому лотку трьома серіями по 27 дослідів кожна. Повздовжній профіль по осі сформованого ядра розсипу наведено на рис.1.

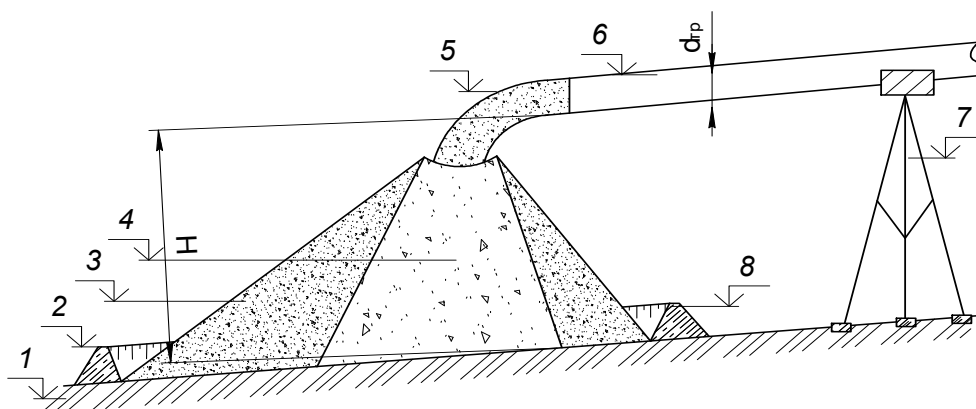


Рис. 1 - Повздовжній розріз по осі формування ядра розсипу: 1–грунт карти наливу; 2;8–бурт ґрунту; 3–техногенний розсип; 4–ядро розсипу; 5–падаючий струмінь пульпи; 6–пульпопровід; 7–фіксатор пульпопроводу

За результатами досліджень побудовані графіки зміни висоти розсипу від довжини його основи для досліджуваних консистенцій пульпи з визначенням кількості металу як в поперечному розрізі, так і по висоті в тілі розсипу, що наведена на рис. 2, 3, та 4.

В даній роботі приведені дані досліджень для консистенції гідросуміші 85 : 15. Аналогічні дані отримані нами і для інших дослідів.

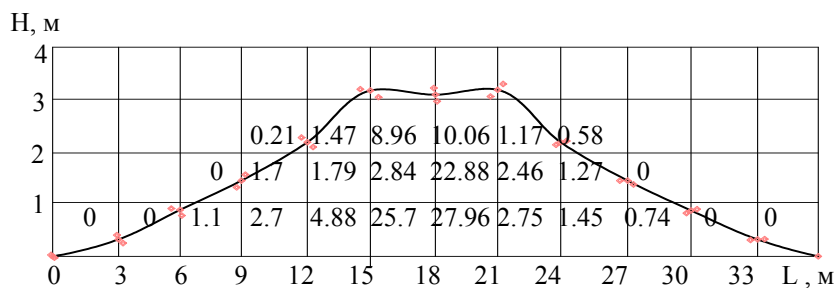


Рис. 2. Графік зміни висоти розсипу від його довжини та розподілу важких металів в тілі розсипу для консистенції пульпи Р:Т / 85:15 при вмісті металу 1%

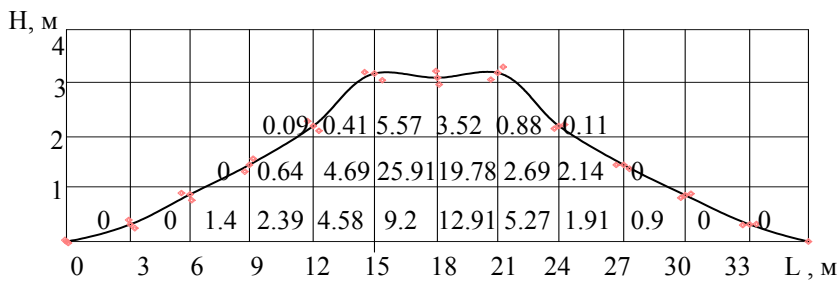


Рис. 3. Графік зміни висоти розсипу від його довжини та розподілу важких металів в тілі розсипу для консистенції пульпи Р:Т / 85:15 при вмісті металу 0.75%

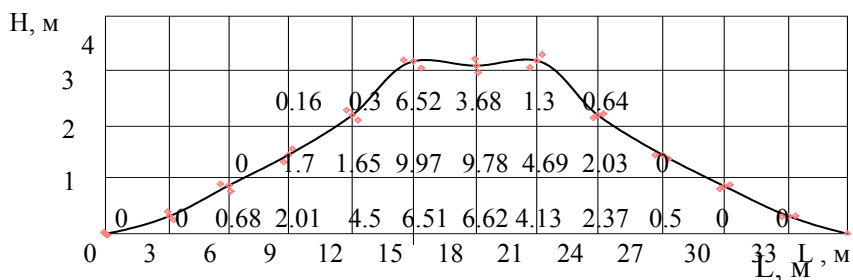


Рис. 4. Графік зміни висоти розсипу від його довжини та розподілу важких металів в тілі розсипу для консистенції пульпи Р:Т / 85:15 при вмісті металу 0.5%

Аналізуючи дані експериментальних досліджень, наведених на графіках бачимо, що розподіл металу в техногенному розсипі нерівномірний, як по висоті так і по довжині розсипу. Основна маса металу сконцентрована в центральній частині розсипу, що підтверджує наші припущення про формування ядра важких металів.

При подальшій обробці експериментальних даних ми упевнились в правильності даного твердження. Для встановлення закономірностей розподілу важких металів та параметрів ядра розсипу в табл. 3 наведені середні значення вмісту металу в ядрі техногенного розсипу як по висоті, так і по довжині розсипу в залежності від досліджуваної консистенції гідросуміші та процентного вмісту металу. Співставлення експериментальних даних по вмісту металу в ядрі розсипу для різних консистенцій Р:Т, та відповідного процентного вмісту металу в ньому наведено в узагальнюючій таблиці 4. На рис. 5 показані осереднені графіки визначення основних параметрів як техногенного розсипу, так і вмісту металу в ядрі.

Таблиця 3 - Зведена таблиця визначення середнього вмісту металу в техногенному розсіпу при консистенції гідросуміші туфу Р : Т = 85:15

№ п/п	Висота насіпу, Н, м	Довжина розсіпу L, м	Середня маса металу в яд- рі, гр		
			m ₁ 1%	m ₂ 75%	m ₃ 0.5%
1	0	0	0	0	0
2	0.3	3	0	0	0
3	0.75	6	0	0	0
4	1.5	9	1.16	1.03	0.45
5	2.25	12	4.32	3.23	4.4
6	3	15	7.8	7.65	5.84
7	3.2	18	58.38	41.10	24.73
8	3.2	21	61.63	37.07	19.9
9	3	24	5.63	8.45	9.31
10	2.25	27	3.7	4.22	4.8
11	1.5	30	0.84	0.97	0.79
12	0.75	33	0	0	0
13	0.3	36	0	0	0
14	0	37	0	0	0
Σ			143.45	103.8	70.23

Таблиця 4 - Узагальнюючі експериментальні дані по визначенню процентного вмісту металу в ядрі розсіпу

№ п/п	Консис- тенція гідросу- міші, Р:Т	Загаль- на маса металу m, гр	Час фо- рму- вання розси- пу, t, хв	Дов- жина осно- ви L, м	Висота намиву Н, м	Проце- нтний вміст металу в дослі- дах, %	Вміст мета- лу в дослі- дах, гр	Вміст металу в ядрі m _я , гр	Вміст металу в ядрі, в %
1	90:10	50	23.8	45.0	2.9	0.50	48.45	45.16	48.33
		75	24.1	45.2	3.1	0.75	69.88	72.74	70.63
		100	23.6	44.7	3.0	1.00	95.3	92.01	94.05
2	85:15	75	24.2	37.3	3.7	0.50	70.84	69.55	70.31
		112.5	24.1	37.0	3.9	0.75	105.19	100.88	105.35
		150	23.8	37.9	3.9	1.00	141.05	141.52	147.08
3	80:20	100	24.0	31.8	5.5	0.50	91.35	92.75	93.72
		150	23.7	32.1	5.4	0.75	147.86	144.88	139.54
		200	24.1	33	5.5	1.00	189.64	184.7	

Аналізуючи отримані експериментальним шляхом данні, що представлені як в табличній так і графічній формах, можна стверджувати, що основна маса важких металів, яка втрачається при технологічному циклі, зосереджується в ядрі розсіпу з параметрами, наведеними вище.

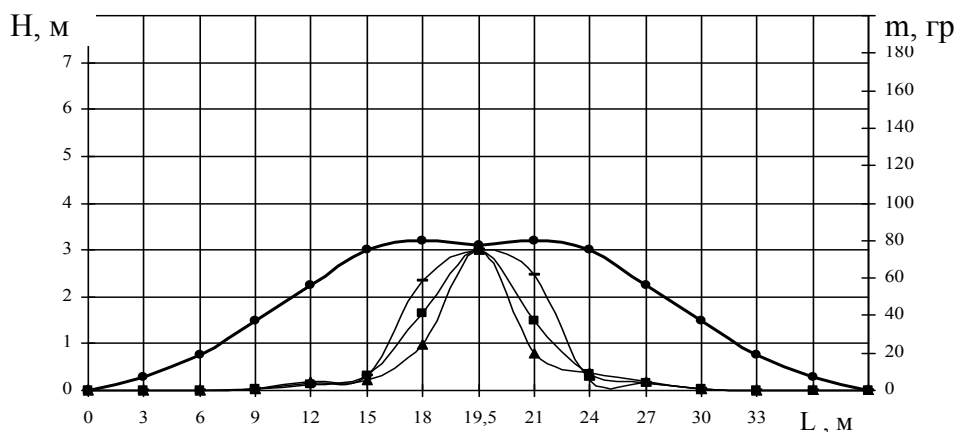


Рис 5. Графік залежності зміни вмісту металу в техногенному розсіпі та формування ядра розсіпу для консистенції гідросуміші туфу $P : T = 85:15$, при масі металу в пульпі:
 - 1%; ■ - 0.75%; ▲ - 0.5%; ● - техногенна розсіп.

Порівняння процентного вмісту металу в ядрі для 3-ох серій 27 дослідів підтвердило гіпотезу про формування ядра важких металів розсіпу з процентним вмістом металу в ядрі від 59.46% до 85.35%.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Міщенко Г. Статус техногенних родовищ корисних копалин. – Геолог України, 2007, № 1, С. 53 – 65
2. Урядовий кур'єр „Золото найвищої проби”. №60, 30 березня 2006р. - С. 7.
3. Урядовий кур'єр. Закарпаття: погляд з близька „Національні надбання-золото найвищої проби ”, №60, 30 березня 2006. - С. 7
4. Голос України. „Золото України починається на Закарпатті”. №38, 28 лютого 2006р. – С. 10.
5. Богданов Г.О., Вержиховський О.И., Мельничук В.Г. Цеоліт-сметитові туфи Рівненщини: біологічні аспекти використання. – Рівне: „Волинські обереги”. 2005. – 184 с.