

## **ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԵՎ ԲՆԱՊԱՀՊԱՆԱԿԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐ**

ՀՏԴ 504.4.054

**Ա.Վ. ԹԱԴԵՎՈՍՅԱՆ, Ա.Ա. ՍԱՖԱՐՅԱՆ, Տ.Ս. ԲԱՂԴԱՍԱՐՅԱՆ**

### **ԼԵՌՆԱՐԴՅՈՒՆԱԲԵՐՈՒԹՅԱՆ ՊՈՉԱՄԲԱՐՆԵՐԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՇՐՋԱԿԱ ՄԻՋԱՎԱՅՐԻ ՎՐԱ ԵՎ ԴՐԱ ՆՎԱԶԵՑՄԱՆ ՈՒՂԻՆԵՐԸ**

Հանքարդյունաբերության պոչամբարները հանդիսանում են շրջակա միջավայրի աղտոտիչներ: Զգալի վնաս են հասցնում պոչամբարների հոսքաջրերը, դրանք պարունակում են ծանր մետաղներ և այլ վտանգավոր տարրեր, որոնց կոնցենտրացիաները գերազանցում են ջրամբարների համար նախատեսված ծանր մետաղների սահմանային թույլատրելի կոնցենտրացիաները: Չոր տարածքներից փոշիացումը, ջրի մակերևույթից գոլորշիացումը, ներառելով ծանր մետաղների իոններ, աղտոտում են մթնոլորտը, ջրային և ցամաքային տարածքները: Առաջարկվում են պոչամբարների ազդեցության էկոլոգիական բեռի նվազեցման մեթոդներ:

**Առանցքային բաներ.** պոչամբարներ, ծանր մետաղներ, շրջակա միջավայրի աղտոտում, շրջակա միջավայրի բեռի նվազեցման մեթոդներ:

Պոչամբարները հատուկ շինությունների համալիրներ են, որոնք նախատեսված են թունավոր և այլ թափոնների պահպանման կամ թաղման համար, որոնք առաջանում են օգտակար հանածոների հարստացման ժամանակ:

ՀՀ տարածքում առկա են մոտավորապես 12 պոչամբարներ, որտեղ կուտակված են 300 մլն մ<sup>3</sup>-ից ավելի լեռնարդյունաբերության արտադրությունների թափոններ, որոնց բաղադրությունը բնորոշվում է տվյալ հանքավայրում եղած միներալներով: Պոչամբարները գտնվում են բնակավայրերի և զարգացած գյուղատնտեսական տարածքներում և խիստ ազդում են շրջակա միջավայրի և մարդկանց առողջության վրա:

Զգալի վնաս են հասցնում պոչամբարների հոսքաջրերը, դրանք պարունակում են ծանր մետաղներ և այլ վտանգավոր տարրեր, որոնց կոնցենտրացիաները գերազանցում են ջրամբարների համար ՍԹԿ-ն [1]:

Պոչամբարների դրենաժային ջրերն աղտոտում են ինչպես տարածքները, այնպես էլ գրունտային ջրերը: Մեծ վտանգ են ներկայացնում փոշե- և գազանման արտանետումները պոչամբարների մակերևույթից:

Ուսումնասիրությունները կատարվել են ՀՀ-ում գործող 3 մեծ պոչամբարների շրջանակներում: Դրանք են՝ Գեղանուշի, Արծվանիկի և Թեղուտի պոչամբարները:

Գեղանուշի պոչամբարը (նկ.1) գտնվում է Սյունիքի մարզում, աշխատանքային ծավալը՝ 4. 6 մլն մ<sup>3</sup>: Պոչամբարը պատկանում է Կապանի լեռնահարստացման կոմբինատին:



Նկ. 1. Գեղանուշի պոչամբարը

Արծվանիկի պոչամբարը (նկ.2) գտնվում է Սյունիքի մարզում և պատկանում է Զանգեզուրի պղնձամոլիբդենային կոմբինատին: Պոչամբարն ամենամեծն է Հայաստանում: Նախագծային ծավալը՝ 300 մլն մ<sup>3</sup>:



Նկ. 2. Արծվանիկի պոչամբարը

Թեղուտի պոչամբարը (նկ.3) պատկանում է Թեղուտի պղնձամոլիբդենային կոմբինատին: Գտնվում է Լոռու մարզում: Այս հանքավայրը երկրորդն է պղնձի և մոլիբդենի պաշարներով:



Նկ. 3. Թեղուրի պոչամբարը

Համապատասխան խոչամբարներ մտնող հոսքաջրերի բաղադրությունը ըստ բաղադրիչների բերված են աղ.1-ում:

Աղյուսակ 1

Պոչամբար մտնող հոսքաջրերի պարունակությունը (մգ/լ)

Տարրեր	Գեղանուշ	Արծվանիկ	Թեղուտ
Mo	5	3	0.72
Zn	144	17	0.004
Pb	28	7.8	0

Կատարվել են նմուշառումներ ու լաբորատոր անալիզներ, որոնք բերված են աղ.2,3,4-ում: Քիմիական տարրերի պարունակությունը որոշվում է ատոմա-աբսորբցիոն սպեկտրաչափման մեթոդով: Օգտագործվել են բազային ատոմա-աբսորբցիոն «5SAA» և «Agilent technologies» ընկերության «24OZAA» գրաֆիտային ատոմա-աբսորբցիոն սպեկտրաչափեր [2-4]:

Աղյուսակ 2

Գեղանուշի պոչամբարի մերձավոր տարածքների աղտոտվածությունը  
(մգ/լ; մգ/կգ)

Նմուշի համարը	Mo	Sr	Zn	Cu	Fe	Cr	V	Ti	Ca	K
1	5	236	109	75	33695	140	146	3757	42202	16265
2	-	224	99	79	42233	126	172	5061	19157	12602
3	0,001	0,027	0,037	0,016	0,084	0,002	0,001	0,006	3,856	0,104
4	-	0,023	0,007	0,003	0,049	0,002	-	0,016	3,373	0,092
5	-	319	78	61	28042	100	117	2983	109712	10337
6	15	335	78	91	3031	103	35	115	50550	68443
7	35	253	457	199	1847	116	24	-	18247	220003

Նմուշ 1 – Հողային տարածք 10մ հեռավորության վրա:

Նմուշ 2 – Հողային տարածք 40մ հեռավորության վրա:

Նմուշ 3 – Գեղանուշ գետի ջրի նմուշը 100մ հեռավորության վրա:

Նմուշ 4 – Գեղանուշ գետի ջրի նմուշը 400մ հեռավորության վրա:

Նմուշ 5 – Պոչամբարի մերձակայքի հողային նմուշը (գյուղատնտեսական մշակումներ):

Նմուշ 6 – Տերևներ:

Նմուշ 7 – Լոբու տերևներ

Արծվանիկի արչամբարի մերձավոր տարածքների աղտոտվածությունը (մգ/լ:մգ/կգ)

Ծանր մետաղներ/ Փորձանմուշներ	Mo	Zr	Sr	Rb	Zn	Cu	Fe	Ti	Ca	K	S
Հող.արչամբարից դեպի հյուսիս Արծվանիկ (20..50ս)	-	152	415.5	35.4	82.9	62.8	39524	4580	22814	9716	115
Հող.արչամբարից դեպի հարավ Արծվանիկ (20..50ս)	-	155	313.7	48.4	82	61.4	36017	3600	59284	10893	-
Հող.արչամբարից դեպի արևելք Արծվանիկ (20..50ս)	-	135	306.8	18.6	84.5	80.4	48479	4552	29191	5828	-
Հող.արչամբարից դեպի արևմուտք Արծվանիկ (20..50ս)	161	111.7	217	99	141	1787	29564	3871	10953	2506	1722
Հապավաս (գյուղ Աջանան)	12.9	5.6	16.4	8.8	12.5	14.3	146.0	15.6	8128	31125	1170
Սալոր (գյուղ Աջանան)	16.7	5.8	7.0	8.1	-	16.6	92.1	54.1	3435	82493.9	424.8
Լոլիկ (գյուղ Աջանան)	12.8	6.6	12.5	5.8	36.9	34.1	51.9	15.3	6299	91953	2575.5
Անանուխ (գյուղ Աջանան)	15.1	7.8	68.2	3.0	90.5	50.3	624.2	33.2	15175	28145	1231
Հող (գյուղ Աջանան)	6.7	163.6	459.9	28.5	427	112.9	45720	48999	50158	10546	348.5
Վարդի ագրո (արչ. Արծվանիկ 100ս)	6.4	3.9	82.1	3.3	9.5	4	61.80	33.2	28187	69862	4405
Կարնի (արչ. Արծվանիկ 200ս)	11	7.6	172.1	7.6	87.7	75.4	2129	96.1	68623	3192	698.8
Դոգփուղ (արչ. Արծվանիկ 200ս)	9.8	2.2	263	1.6	13.1	21.3	654	-	60030	5850	936.7

Թեղուտի պղծամբարի գրարածքների աղտոտվածությունը (Մգ/լ;Մգ/կգ)

Նմուշ	Cu	Mo	Mn	Fe	Zn	Pb	Ni	As	Sb	Co	Cd
Պղծամբարի աջ տարածք	180	10	660	33600	220	140	60	100	1	10	10
Պղծամբարի ձախ տարածք	240	10	640	49200	120	50	20	80	1	10	10
Շնող գետի ջրի բաղադրությունը (պղծամբարից հյուսիս)	0.0152	0.0472	0.0135	0.124	0.00314	0.00661	0.00683	0.00018	0.0003	0.00208	0.004
Շնող գետի ջրի բաղադրությունը (պղծամբարից հարավ)	0.0148	0.0424	0.0129	0.129	0.00269	0.00689	0.00747	0.00014	0.00042	0.00108	0.003

Համեմատելով համապատասխան վայրերից վերցված նմուշների արդյունքները ՍԹԿ արժեքների հետ՝ նկատվում է խիստ աղտոտվածություն բնական ջրերի և մոտակա հողային տարածքների, որը բերված է աղ.5-ում:

Աղյուսակ 5

Ծանր մետաղների ՍԹԿ-ն փարբեր միջավայրերում [5]

Տարրեր	Ջրամբարներում մգ/լ		Հողում մգ/կգ	Սննդային մթերքներում մգ/կգ
	Սանիտարա- կենցաղային	Ձկնատնտեսություն		
Cu	1.0	0.001	3	կաթ -5 այլ -5...10
Zn	1.0	0.01	23	կաթ -5 այլ -10...40
Mo	0.25	0.0004	6	-
Pb	0.03	0.1	6	կաթ -0.05 այլ -0.2...1.0
Cr	0.1	0.001	6	կաթ -0.1 այլ -0.1...0.3
Ni	0.1	0.01	4	կաթ -0.1 այլ -0.3...0.5
Fe	0.5	-	-	կաթ -3 այլ -15...50

Ուստի աղտոտվածության նվազեցման խնդիրը արդիական է:

Օրինակ, Արծվանիկի պոչամբարի տարածքում աճեցվող լոլիկում Cu պարունակությունը 3 անգամ մեծ է ՍԹԿ-ից, անանուխում՝ 5 անգամ, իսկ Zn պարունակությունը գերազանցում է 2,5 անգամ:

Խիստ վտանգավոր արդյունքներ հայտնաբերվեցին Գեղանուշի պոչամբարի մոտակայքում աճեցվող լոբու տերևների մեջ. Cu-ը գերազանցում է ՍԹԿ մոտավորապես 20 անգամ, իսկ Zn՝ 10 անգամ:

Հաշվի առնելով ներկայացված անալիզների տվյալները և կատարելով դրանց մանրամասն ուսումնասիրություն՝ արվել են գյուտեր և եզրահանգումներ շրջակա միջավայրի աղտոտումը նվազեցնելու ուղղությամբ: Ստորև կներկայացնենք արված գյուտերը և առաջարկները:

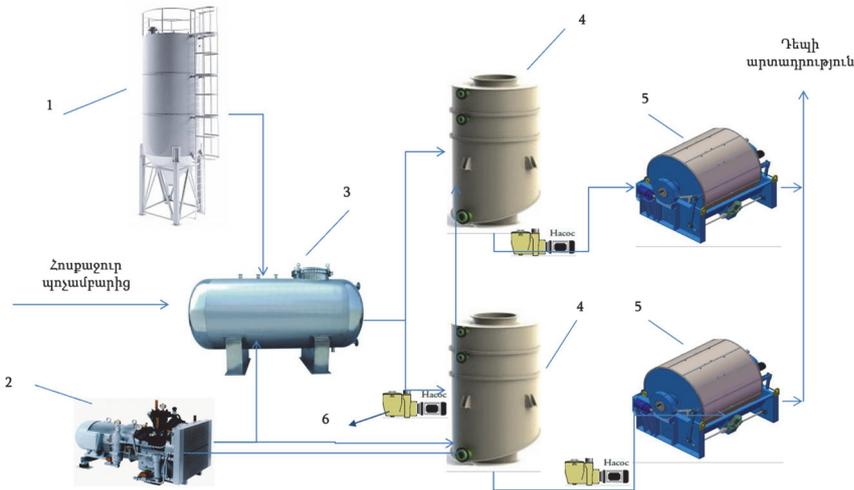
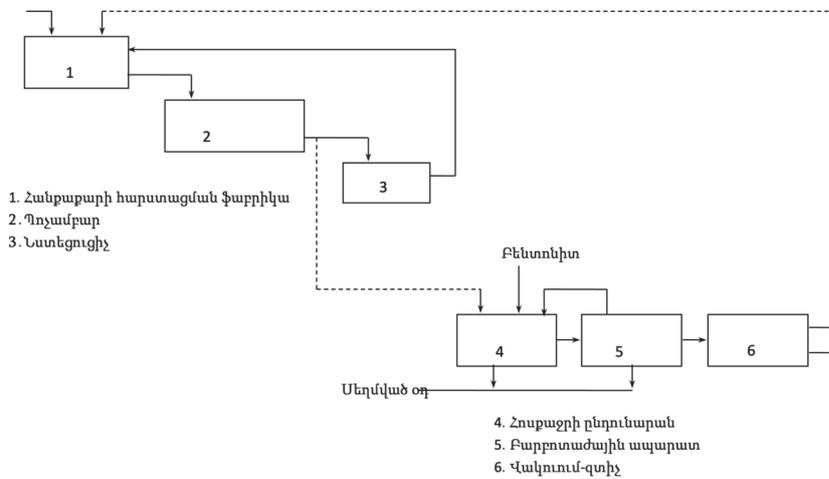
Մեր կողմից առաջարկվել են մի շարք եղանակներ պոչամբարների ազդեցության նվազեցման ուղղությամբ:

Պոչամբարներից հեռացող հոսքաջրերը ենթարկվել են մաքրման և վերադարձվել են արտադրության, փորձերը կատարվել են Թեղուտի պոչամբարի հոսքաջրերի ուսումնասիրմամբ (նկ.4) [6]:

Թեղուտի պղնձամոլիբդենային կոմբինատի արտանետումներից տնտեսությանը հասցված տնտեսական վնասը գնահատվում է տարեկան 41.44 մլն.դրամ: Հաշվի են առնված նաև պայթեցման աշխատանքների ժամանակ մթնոլորտ արտանետումների քանակները:

Հոսքաջրերի արտահոսքից ջրային տնտեսությանը հասցված տնտեսական վնասը գնահատվում է տարեկան 0.14 մլն.դրամ:

Հողային տարածքների վրա ազդեցության տնտեսական վնասը 1 տարվա կտրվածքով 171.4 մլն.դրամ է:



Նկ.4. Հոսքաջրերի մաքրման ապարատային ձևավորումը  
1. բենտոնիտի ընդունարան, 2. օդամղիչ, 3. հոսքաջրի ընդունարան, 4. բարրոտաժային ապարատ, 5. վակուում զոն, 6. պոմպ

**Պոչամբարների չոր տարածքներից նվազեցման եղանակ [7]:** Պոչամբարների չոր տարածքների փոշիացման հետևանքով աղտոտվում են հողատարածքները՝ փոփոխելով հողի բերքատվության ագրոքիմիական ցուցանիշները:

Առաջարկվել է եղանակ, որի արդյունքում պոչամբարի չոր տարածքներն ամրացվում են համապատասխան պոլիվինիլացետատային ջրային լուծույթով, մինչ այդ տարածքը պատվում է խիճով (10.0...15.0 մմ): Փորձերի արդյունքները բերված են աղ. 6-ում:

Պոլիվինիլացետատային ջրային լուծույթը (40%) թույլ է տալիս նվազեցնել փոշիացումը մինչև 2%, իսկ անհրաժեշտ քանակը կազմում է 7.0...8.0 լ՝ ըստ 1մ<sup>2</sup> փոշոտ մակերեսի:

Աղյուսակ 6

Փորձի N	Խճի մասնիկների չափը, մմ	Լուծույթի քանակը, լ/մ <sup>3</sup>	ՊՎԱ կոնցենտրացիան, %	Նմուշի փչացման ժամանակը, Ժ	Նմուշի զանգվածի կորուստը, %
1	30...45	10	40	48	3.7
2	30...45	8	40	48	4.2
3	30...45	8	30	48	7.6
4	30...45	7	40	48	5.0
5	20...30	8	40	48	3.8
6	20...30	8	30	48	5.9
7	10...15	8	40	48	2.2
8	10...15	8	30	48	4.6
9	10...15	7	40	48	3.3
10	10...15	6	40	48	5.7

**Պոչամբարների մակերևույթից հեռացվող ծանր մետաղների իոնների նվազեցման եղանակ [8,9]:** Պոչամբարի մակերևույթից գոլորշիացումն անհրաժեշտ է, հակառակ դեպքում խախտվում է արտադրության նյութական բալանսը, բայց պոչամբարի մակերևույթից գոլորշիացման հետևանքով հեռանում են նաև ծանր մետաղների իոններ, որոնք աղտոտում են պոչամբարի մերձավոր տարածքները:

Փքված պեռլիտը վերցվում է ջրային մակերևույթի 1մ<sup>2</sup> հաշվարկով 0.3...0.35կգ քանակությամբ, որը բերված է աղ. 7-ում:

Առաջարկվում է եղանակ, ըստ որի ջրային մակերևույթը ծածկվում է բնական սորբենտով (1.25...5.0մմ հատիկների չափերով փքած պեռլիտի չափամաս):

Հոսքաջրի բաղադրությունը՝ ըստ որոշ ծանր մետաղների (մգ/լ)	Հոսքաջրի քանակը (լ)	Փքված պեռլիտի զանգվածը (կգ)՝ ըստ 1մ <sup>3</sup> մակերեսի	Գոլոշիացման ժամանակը (ժամ)	Հոսքաջրի բաղադրությունը՝ ըստ ծանր մետաղների (մգ/լ)	Փքված պեռլիտի բաղադրությունը փորձի ավարտին
Cu-1406.7 Zn-140.0 Mo-89.5 Fe-1847.0	1	0.3	10	Cu-844 Zn-91 Mo-53.7 Fe-1106	Cu-568.62 Zn-49 Mo-35.8 Fe-738.8
		0.4	10	Cu-815.9 Zn-85.4 Mo-51.9 Fe-1052.8	Cu-590.8 Zn-54.6 Mo-37.6 Fe-794.2
		0.3	20	Cu-825.4 Zn-88.6 Mo-53.2 Fe-1096.4	Cu-581.3 Zn-51.4 Mo-36.3 Fe-750.6

**Եզրակացություն.**

1. Պոչամբարները խիստ բացասական ազդեցություն ունեն շրջակա միջավայրի վրա, որը հիմնականում արտացոլվում է դրենաժային հոսքերով մոտակա տարածքների աղտոտմամբ, որոնք հնարավոր չէ օգտագործել գյուղատնտեսական բույսերի աճեցման նպատակով:

2. Մի շարք պոչամբարների մոտակա տարածքների ուսումնասիրությունները ցույց տվեցին դրանց խիստ աղտոտումը՝ ըստ ծանր մետաղների:

3. Առաջարկվել են մեթոդներ՝ բացասական ազդեցության նվազեցման ուղղությամբ, որոնք պաշտպանվել են համապատասխան արտոնագրերով:

**ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ**

1. **Тадевоян А.В., Багдасарян Т.С.** Важность использования системы циркуляции воды в горнообогатительных комбинатах// Вестник НПУА: Химические и природоохранные технологии.- 2016.- N2.-С. 63-68.
2. **Сафарян А.А.** Разработка технологии очистки промышленных сточных вод от ионов меди и молибдена//Вестник НПУА: Химические и природоохранные технологии. -2019.- N1. - С.61-56.
3. **Сафарян А.А.** Экологические и экономические аспекты использования метода очистки сточных вод от ионов меди и молибдена // Вестник НПУА: Химические и природоохранные технологии. – 2019.- N2.- С. 47-52.

4. **Тадевосян А.В., Восканян П.С., Галстян А.А.** Влияние хвостохранилища Зангезурского медно-молибденового комбината на окружающую среду//Вестник НПУА: Химические и природоохранные технологии. -2020.- N1.- С.54-59.
5. База данных для проведения полноценной экологической экспертизы, Ереван, 2002.
6. Արտոնագիր N3317A. Պղնձի և մոլիբդենի իոններ պարունակող հոսքաջրերի մաքրման եղանակ / **Ա.Վ. Թադևոսյան, Ա.Ա. Սաֆարյան, Ա.Վ. Մանուկյան.** - 2019.
7. Արտոնագիր N622Y, Փոշոտ մակերևույթների ամրացման եղանակ / **Ա.Վ. Թադևոսյան, Տ.Ս. Բաղդասարյան, Պ.Ս. Ոսկանյան.**- 2021.
8. **Багдасарян Т.С.** Метод уменьшения выбросов тяжелых металлов испарением с поверхности хвостохранилищ// Вестник НПУА: Химические и природоохранные технологии.- 2021- N2,С. 52-57.
9. Արտոնագիր N714Y. Ջրամբարների մաքրման եղանակ / **Ա.Վ. Թադևոսյան, Պ.Ս. Ոսկանյան, Տ.Ս. Բաղդասարյան** - 2022.

**А.В. ТАДЕВОСЯН, А.А. САФАРЯН, Т.С. БАГДАСАРЯН**

### **ВЛИЯНИЕ ХВОСТОХРАНИЛИЩ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ПУТИ ЕГО УМЕНЬШЕНИЯ**

Хвостохранилища горнодобывающей промышленности являются загрязнителями окружающей среды. Сточные воды хвостохранилищ наносят значительный ущерб, содержат тяжелые металлы и другие опасные элементы, концентрации которых превышают предельно-допустимую концентрацию тяжелых металлов для водоемов. Пыление сухих площадей, испарение с водной поверхности, включая ионы тяжелых металлов, загрязняют атмосферу, водные объекты и земельные территории.

В статье предложены методы снижения экологической нагрузки от воздействия хвостохранилищ.

**Ключевые слова:** хвостохранилища, тяжелые металлы, загрязнение окружающей среды, методы снижения экологической нагрузки.

**A.V. TADEVOSYAN, A.A. SAFARYAN, T.S. BAGDASARYAN**

### **THE IMPACT OF THE MINING INDUSTRY TAILINGS ON THE ENVIRONMENT AND THE WAYS OF ITS REDUCTION**

The tailings of the mining industry are environmental pollutants. Waste water from tailings causes significant damage, contains heavy metals and other hazardous elements, the concentrations of which exceed the MPC of heavy metals for water bodies. Dusting of dry areas, evaporation from the water surface, including heavy metal ions, pollute the atmosphere, water bodies and land areas.

Methods for reducing the environmental load from the impact of tailings are proposed.

**Keywords:** tailings, heavy metals, environment pollution, methods to reduce the environmental load.