

**ԲԱՆԲԵՐ**  
ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ՊՈԼԻՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ  
ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆԻ

**№ 1** ՄԵՏԱԼՈՒՐԳԻԱ, ՆՅՈՒԹԱԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆ,  
ԸՆԴԵՐՔՕԳՏԱԳՈՐԾՈՒՄ

Երևան 2025

---

**ВЕСТНИК**  
НАЦИОНАЛЬНОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО  
УНИВЕРСИТЕТА АРМЕНИИ

**№ 1** МЕТАЛЛУРГИЯ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ,  
НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

Ереван 2025

---

**PROCEEDINGS**  
OF NATIONAL POLYTECHNIC UNIVERSITY  
OF ARMENIA

**№ 1** METALLURGY, MATERIAL SCIENCE,  
MINING ENGINEERING

Yerevan 2025

**Բանբերը հրատարակվում է 1998 թվականից, հանդեսը՝ 2012 թ.**

**Բանբերի խմբագրական խորհուրդ.** Ա.Ժ. Խաչատրյան (գլխավոր խմբագիր, ֆ-մ.գ.դ.), Ո.Ձ. Մարուխյան (գլխավոր խմբագրի տեղակալ, տ.գ.թ.), Օ.Ա. Զադոյան (պատասխանատու քարտուղար, տ.գ.թ.), Գ.Պ. Վարդանյան (տ.գ.թ.), Ա.Գ. Աղբալյան (տ.գ.դ.), Մ.Ք. Բաղդասարյան (տ.գ.դ.), Բ.Ս. Բալասանյան (տ.գ.դ.), Ա.Վ. Թադևոսյան (տ.գ.թ.), Ս.Հ. Սիմոնյան (տ.գ.դ.)

**Հանդեսի խմբագրական խորհուրդ.** Ա.Գ. Աղբալյան (հանդեսի գլխավոր խմբագիր, տ.գ.դ.), Ա.Մ. Հովհաննիսյան (հանդեսի գլխավոր խմբագրի տեղակալ, տ.գ.դ.), Գ.Ա. Վասիլյան (հանդեսի պատասխանատու քարտուղար, տ.գ.թ.), Ա.Ֆ. Իլյուշենկո (տ.գ.դ.), Ա.Հ. Հովհաննիսյան (տ.գ.դ.), Լ.Ա. Մանուկյան (տ.գ.դ.), Ա.Ռ. Պապոյան (տ.գ.դ.), Հ.Ս. Պետրոսյան (տ.գ.դ.), Ա.Ի. Սահրադյան (տ.գ.դ.), Ա.Ե. Վորոբյով (տ.գ.դ.), Ա.Թ. Բաղդասարյան (տ.գ.թ.), Վ.Ա. Բաղդասարյան (տ.գ.թ.)

Խմբագիրներ. Ժ.Ս. Սեյրանյան, Հ.Յ. Պետրոսյան, Հ.Զ. Գիզաբաբյան

© Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան (ՀԱՊՀ)

«Ճարտարագետ» հրատարակչություն, հասցեն՝ 0009, Երևան, Տերյան 105, ՀԱՊՀ  
Innovative.polytechnic.am/hy

---

**Вестник издается с 1998 г., журнал – с 2012 г.**

**Редакционная коллегия Вестника:** А.Ж. Хачатрян (главный редактор, д.ф-м.н.), В.З. Марухян (зам. главного редактора, к.т.н.), О.А. Задоян (ответ. секретарь, к.т.н.), Г.П. Варданян (к.т.н.), С.Г. Агбалиян (д.т.н.), М.К. Багдасарян (д.т.н.), Б.С. Баласанян (д.т.н.), С.О. Симонян (д.т.н.), А.В. Тадевосян (к.т.н.)

**Редакционная коллегия журнала:** С.Г. Агбалиян (главный редактор журнала, д.т.н.), А.М. Оганесян (зам. главного редактора журнала, д.т.н.), Г.А. Василян (ответственный секретарь журнала, к.т.н.), А.Е. Воробьев (д.т.н.), А.Ф. Ильющенко (д.т.н.), Л.А. Манукян (д.т.н.), А.Г. Оганесян (д.т.н.), А.Р. Папоян (д.т.н.), А.С. Петросян (д.т.н.), А.И. Саградян (д.т.н.), А.Т. Багдасарян (к.т.н.), В.А. Багдасарян (к.т.н.)

Редакторы: Ж.С. Сейранян, А.Ц. Петросян, А.З. Казарян

© Издательство Национального политехнического университета Армении (НПУА)

“Չարտարագետ”, Адрес: 0009, Ереван, ул. Тeryan 105, НПУА

Innovative.polytechnic.am/ru

---

**The Proceedings has been published since 1998, the journal-since 2012**

**Editorial Council of Proceedings:** A.J. Khachatryan (Editor-in-chief, doctor of phys.-math. sciences), V.Z. Marukhyan (vice Editor-in-chief, cand. of tech. sciences), O.A. Zadoyan (responsible secretary, cand of tech. sciences), S.G. Aghbalyan (doctor of tech. sciences), M.K. Baghdasaryan (doctor of tech. sciences), B.S. Balasanyan (doctor of tech. sciences), S.H. Simonyan (doctor of tech. sciences), A.V. Tadevosyan (cand. of tech. sciences)

**Editorial Council of the Journal:** S.G. Aghbalyan (Editor-in-chief of the journal, doctor of tech. sciences), A.M. Hovhannisyan (vice Editor-in-chief of the journal, doctor of tech. sciences), G.A. Vasilyan (responsible secretary of the journal, cand.of tech. sciences), A.H. Hovhannisyan (doctor of tech. sciences), A.F. Ilyushenko (doctor of tech. sciences), L.A. Manukyan (doctor of tech. sciences), A.R. Papoyan (doctor of tech. sciences), H.S. Petrosyan (doctor of tech. sciences), A.I. Sahradyan (doctor of tech. sciences), A.E. Vorobyov (doctor of tech. science), A.T. Baghdasaryan (cand. of tech. sciences), V.A. Baghdasaryan (cand. of tech. sciences)

Editors: Zh.S. Seyranyan, H.Ts. Petrosyan, H.Z. Ghazaryan

© National Polytechnic University of Armenia (NPUA) “Tchartaraget” Publishing House

Address: 0009, Yerevan, 105 Teryan, NPUA

Innovative.polytechnic.am/en

## ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Խմբագրի կողմից.....6

## ՄԵՏԱԼՈՒՐԳԻԱ

### Հովհաննիսյան Ա.Մ., Մանուկյան Ն.Ռ., Վարդանյան Դ.Գ.

Սուլֆիդապղնձային խտանյութից ստացված սուլֆատացված բովվածքի տարրալուծման գործընթացի հետազոտումը.....9

### Մկրտչյան Ս.Վ., Սահակով Ա.Ս., Առստամյան Ժ.Մ.

Պղնձի լուծահանա-կլանաչափական որոշումը ռոդամին 6Ժ-ով բնական ջրերում և թափոնաջրերում.....17

## ՆՅՈՒԹԱԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆ

### Աղբալյան Ս.Գ., Վասիլյան Գ.Ա., Սարգսյան Ա.Ռ., Աղբալյան Ա.Ս.

Լուծույթային և միջմետաղական ամրացմամբ՝ տիտանային համաձուլվածքների ստացման տեխնոլոգիայի մշակումը.....26

### Էլիազյան Գ.Ա., Մարգարյան Ս.Մ., Խորոզյան Ա. Կ.

Պոլիմերային դիսպերսիաների տոգորման ազդեցությունը Մատենադարանի հնագույն գրքերի կաշվե կազմերի մեխանիկական և լցոնման հատկությունների վրա.....51

## ԸՆԴԵՐՔՕԳՏԱԳՈՐԾՈՒՄ

### Հովհաննիսյան Ա.Հ., Արմաղանյան Հ.Ա., Մաիլյան Լ.Ս.

Զառիթափ հանքամարմինների հանքաքարի մաքրահանման հորատապայթեցման աշխատանքների նոր սխեմա .....60

### Մանուկյան Լ. Ա., Հարությունյան Կ. Վ.

«Զզանգեզուրի ՊՄԿ» ՓԲԸ-ի կոնսերվացված պոչամբարների պառկած պոչերում մետաղական օգտակար բաղադրիչների բաշխման օրինաչափությունները.....71

### Ահարոնյան Գ.Ա.

Պայթեցման աշխատանքների տեխնոլոգիայի կատարելագործման ուղիները տարբեր բլոկայնությամբ կառուցվածքներով բացահանքերում.....84

### Բաղդասարյան Ա.Թ.

Հայաստանի մետաղական հանքավայրերի խմբավորումը՝ դրանց լեռնա-երկրաբանական և լեռնատեխնիկական պայմանների ու հանքաքարերի վերամշակման առանձնահատկությունների վերլուծության հիման վրա.....98

Հեղինակների ցուցակ.....112

Հոդվածների ձևավորման կանոնները.....118

## СОДЕРЖАНИЕ

От редактора.....	7
-------------------	---

### МЕТАЛЛУРГИЯ

<b>Оганесян А.М., Манукян Н.Р., Варданян Д.Г.</b> Исследование процесса выщелачивания сульфатированного огарка, полученного из сульфидно-медного концентрата .....	9
<b>Мкртчян С.В., Сааков А.С., Арстамян Ж.М.</b> Экстракционно-абсорбциометрическое определение меди родамином бЖ в природных и сточных водах.....	17

### МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

<b>Агбальян С.Г., Василян Г.А., Саркисян А.Р., Агбальян А.С.</b> Разработка технологии получения титановых сплавов с растворным и интерметаллидным упрочнением.....	26
<b>Элиазян Г.А., Маркарян С.М., Хорозян А.К.</b> Влияние пропитки дисперсиями полимеров на механические и наполнительные свойства кожаных переплетов древних книг Матенадарана.....	51

### НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

<b>Оганнисян А.Г., Армаганян Г.А., Маилян Л.С.</b> Новая схема буровзрывных работ очистной выемки руды крутопадающих рудных тел.....	60
<b>Манукян Л.А., Арутюнян К.В.</b> Закономерности распределения металлических полезных компонентов в лежалых хвостах законсервированных хвостохранилищ ЗАО "Зангезурский медно-молибденовый комбинат".....	71
<b>Агаронян Г.А.</b> Пути совершенствования технологии взрывных работ на карьерах разноблочного строения.....	84
<b>Багдасарян А.Т.</b> Группировка рудных месторождений Армении на основе анализа их горно-геологических и горнотехнических условий и особенностей переработки руд.....	98
<b>Список авторов.....</b>	114
<b>Правила оформления статей.....</b>	119

## CONTENTS

<b>Editorial</b> .....	8
------------------------	---

### METALLURGY

<b>Hovhannisyan A.M., Manukyan N.R., Vardanyan D.G.</b> Investigation of the Sulfate Leaching Process of Sulfated Residue Obtained from Copper Sulfide Concentrate.....	9
<b>Mkrtchyan S.V., Sahakov A.S., Arstamyanyan J.M.</b> Extraction-absorptiometric Determination of Copper by Rhodamine 6G in Natural and Waste Waters .....	17

### MATERIAL SCIENCE

<b>Agbalyan S.G., Vasilyan G.A., Sargsyan A.R., Agbalyan A.S.</b> Developing a Technology for Producing Titanium Alloys with Solution and Intermetallic Hardening.....	26
<b>Eliazyan G.A., Margaryan S.M., Khorozian A.K.</b> The Effect of Polymer Dispersion Impregnation on the Mechanical and Filling Properties of Leather Bindings of the Ancient Matenadaran Books .....	51

### MINING ENGINEERING

<b>Hovhannisyan A.H., Armaghanyan H.A., Mayilyan L.S.</b> A New System of Drilling and Blasting Operations for Steep Ore Bodies.....	60
<b>Manukyan L.A., Harutyunyan K.V.</b> Regularities of Useful Metal Component Distribution in Stale Tailings in “ZCMC” Cjsc Abandoned Tailing Dams.....	71
<b>Aharonyan G.A.</b> Ways to Improve the Technology of Blasting Operations in Quarries of a Multiblock Structure.....	84
<b>Baghdasaryan A.T.</b> Grouping of Ore Deposits in Armenia Based on the Analysis of Their Mining-geological and Mining-technical Conditions and Features of Ore Processing.....	98
<b>List of the authors</b> .....	116
<b>Rules for preparing the manuscripts</b> .....	120

## ԽՄԲԱԳՐԻ ԿՈՂՄԻՑ

Հարգելի ընթերցողներ.

Ձեր ուշադրությանն ենք ներկայացնում Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանի «Բանբեր» -ի «Մետալուրգիա, նյութագիտություն, ընդերքօգտագործում» հանդեսի հերթական համարը, որում ներկայացված են մետալուրգիայի, նյութագիտության և հանքարդյունաբերության ոլորտում կատարված նոր հետազոտությունների արդյունքները:

Սույն համարում հատուկ ուշադրության է արժանացել կոնստրուկցիոն նշանակությամբ մեքենամասերի համար լուծույթային և միջմետաղական ֆազերով ամրացվող տիտանային համաձուլվածքների ստացման տեխնոլոգիան: Մշակվել է «Ti-Al-Cu» համակարգի համաձուլվածքների նոր դաս՝ պինդ լուծույթային [α-Ti (Al)] և միջմետաղական [Ti<sub>2</sub>Cu] ֆազերով ամրացմամբ: Լուծույթային և միջմետաղական ամրացման մեխանիզմների համադրությունը և պինդ քսանյութերի (օրինակ՝ MoS<sub>2</sub>, WS<sub>2</sub> և այլն) ներմուծումն ազդում են տիտանի և նրա համաձուլվածքների կաչողունակության երևույթի վրա և հնարավորություն տալիս՝ ստանալու սկզբունքորեն նոր տիտանի համաձուլվածքներ («TiAl-Ti<sub>2</sub>Cu-MoS<sub>2</sub>»)՝ բարձր տրիբոտեխնիկական հատկություններով: Պինդ քսանյութերի առկայությունը շփվող մակերեսների վրա ձևավորում է երկրորդային կառուցվածքներ, որոնք բարձրացնում են նյութի մաշակայունությունը և փոքրացնում շփման գործակիցը:

Հանքարդյունաբերության ոլորտում հատուկ ուշադրություն է դարձվել տեխնածին ծագում ունեցող հումքի վերամշականը, ինչպիսիք են հարստացման պոչերը, որոնք ի հայտ են գալիս պոչամբարների վերամշակման սկզբնական փուլերում: Աշխատանքում ներկայացված են օգտակար բաղադրիչների պարունակությունների փոփոխությունների միջազգային փորձը, ինչպես նաև «Ձանգեզուրի ՊՄԿ» ՓԲԸ-ի կոնսերվացված պոչամբարներում կատարված ուսումնասիրությունների արդյունքները: Հիմնավորվել է ՀՀ հանքարդյունաբերության ոլորտում պառկած պոչերի վերամշակման կարևորությունը ոչ միայն տնտեսական արդյունավետության բարձրացման, այլև ոլորտի բնապահպանական բեռը նվազեցնելու տեսանկյունից:

Հարգելի ընթերցողներ, տեղեկացնում ենք ձեզ, որ «Բանբեր»-ի բոլոր համարները, ներառյալ «Մետալուրգիա, նյութագիտություն, ընդերքօգտագործում» հանդեսը, ներառված են Գիտական հղումների ռուսական ինդեքսում (RISC), ինչը թույլ է տալիս ծանոթանալ eLIBRARY.RU գրադարանում ամսագրի հոդվածների ամբողջական տարբերակներին: Բոլոր հոդվածներին տրվում են DOI ինդեքսներ:

Սպասում ենք ձեր նոր հետազոտական աշխատանքներին մետալուրգիայի, նյութագիտության, կոմպոզիտային նյութերի և ընդերքօգտագործման նորարարական ոլորտներում:

Հոդվածների էլեկտրոնային տարբերակները կարելի է տեսնել [innovative.polytechnic.am](http://innovative.polytechnic.am) կայքում ([i.polytechnic.am](http://i.polytechnic.am)):

Հանդեսի գլխավոր խմբագիր՝ ՍՈՒՐԵՆ ԱՂԲԱԼՅԱՆ

## ОТ РЕДАКТОРА

Уважаемые читатели!

Представляем Вашему вниманию очередной выпуск Вестника Национального политехнического университета Армении серии “Металлургия, материаловедение, недропользование”, в котором приведены новейшие результаты исследований в областях металлургии, материаловедения и горного дела.

В данном выпуске особое внимание уделено технологии получения титановых сплавов с упрочнением за счёт твёрдого раствора и интерметаллических фаз для конструкционно значимых деталей машин. Разработан новый класс сплавов системы “Ti-Al-Cu” с упрочнением за счёт твёрдого раствора [ $\alpha$ -Ti (Al)] и интерметаллической фазы [Ti<sub>2</sub>Cu]. Сочетание механизмов упрочнения твёрдым раствором и интерметаллическими соединениями, а также введение твёрдых смазочных материалов (например, MoS<sub>2</sub>, WSe<sub>2</sub> и др.) влияют на адгезионные свойства титана и его сплавов, позволяя создавать принципиально новые титановые сплавы (TiAl-Ti<sub>2</sub>Cu-MoS<sub>2</sub>) с высокими триботехническими характеристиками. Наличие твёрдых смазок на трущихся поверхностях способствует формированию вторичных структур, повышающих износостойкость материала и снижающих коэффициент трения.

В горнодобывающей отрасли особое внимание уделено переработке техногенного сырья, в частности обогатительных хвостов, образующихся на начальных этапах переработки хвостохранилищ. В работе представлены международный опыт изменений в содержании полезных компонентов, а также результаты исследований, проведённых в законсервированных хвостохранилищах ЗАО “Зангезурский медно-молибденовый комбинат”. Обоснована важность переработки залежалых хвостов в горнодобывающей отрасли Армении не только с точки зрения повышения экономической эффективности, но и с целью снижения экологической нагрузки отрасли.

Уважаемые читатели! Сообщаем Вам, что все выпуски Вестника, в том числе серия "Металлургия, материаловедение, недропользование", включены в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), что позволяет разместить полные версии статей журнала в библиотеке eLIBRARY.RU. Всем статьям присваивается индекс DOI.

Мы ждем Ваших новых инновационных исследовательских разработок в области металлургии, материаловедения и, особенно, в области композиционных материалов и недропользования.

Электронные версии статей можно найти на сайте [innovative.polytechnic.am](http://innovative.polytechnic.am) ([i.polytechnic.am](http://i.polytechnic.am)).

Главный редактор журнала СУРЕН АГБАЛЯН

## EDITORIAL

Dear readers,

We introduce the next issue of the Series “Metallurgy, Material science, Subsoil Use” of the Proceedings of National Polytechnic University of Armenia presenting the latest research results in the field of Metallurgy, Mterial Science and Mining.

This issue places special emphasis on the technology for producing titanium alloys with solution and intermetallic phase strengthening for construction-purpose machine parts. A new class of alloys within the “Ti-Al-Cu” system has been developed, featuring solid solution [ $\alpha$ -Ti (Al)] and intermetallic [Ti<sub>2</sub>Cu] phase strengthening. The combination of solution and intermetallic strengthening mechanisms, along with the incorporation of solid lubricants (e.g., MoS<sub>2</sub>, WSe<sub>2</sub>, etc.), influences the adhesion behavior of titanium and its alloys, enabling the creation of fundamentally new titanium alloys (“TiAl–Ti<sub>2</sub>Cu–MoS<sub>2</sub>”) with high tribotechnical properties. The presence of solid lubricants on the contact surfaces forms secondary structures that enhance the wear resistance of the material and reduce the coefficient of friction.

In the field of mining, special attention is given to the processing of man-made raw materials, such as beneficiation tailings that emerge during the initial stages of tailings pond reprocessing. The study presents international experience regarding changes in the content of useful components, as well as the results of research conducted on the conserved tailings ponds of "Zangezur Copper-molybdenum Combine" CJSC. The importance of tailings reprocessing in Armenia’s mining sector has been substantiated not only from the perspective of improving the economic efficiency but also in terms of reducing the environmental burden of the industry.

Dear readers, we inform you that all issues of the Proceedings, including the series "Metallurgy, Material Science, Subsoil Use" have been included in the Russian index of scientific citations (RISC), This allows installing the full versions of the journal articles in the eLIBRARY.RU library. All articles have assigned DOI indexes.

We are waiting for your new innovative works in metallurgy, material science and especially in the area of composite materials and subsoil development.

The electronic versions of the papers can be found in the site [innovative.polytechnic.am](http://innovative.polytechnic.am) ([i.polytechnic.am](http://i.polytechnic.am)).

Editor-in-chief of the journal SUREN AGHBALYAN