

საგრანტო პროექტის დასახელება:

“ნადნობების ჰიდროვაკუუმური დისპერგირების უნიფიცირებული დანადგარი სხვადასხვა სახის აქტივირებული ფხვნილის მისაღებად”

გრანტის ნომერი: **AR-22-1495** (შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდი)

შესრულების ვადები: **2023-2025**

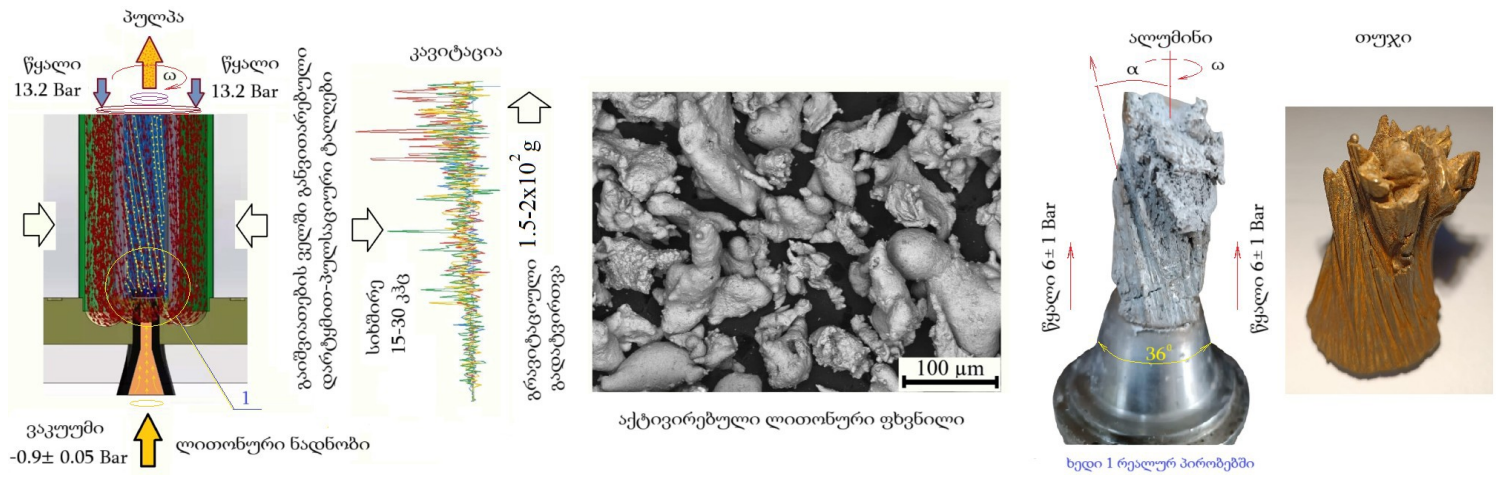
აბსტრაქტი

მაღალხარისხიანი ლითონური ფხვნილების წარმოებაზე პროგრესირებადად მზარდი მოთხოვნების ფონზე მწვავე აქტუალობა შეიძინა ნადნობების დისპერგირების ახალი, მაღალმწარმოებლური მეთოდებისა და ენერგოეფექტური მოწყობილობების შემუშავების საკითხმა, სადაც ასევე დღის წესრიგში დადგა მიღებული ფხვნილების შემდგომი თერმო-მექანიკური, ჟანგვასაწინააღმდეგო და სააქტივაციო დამუშავების ენერგოტევადი პროცესების მინიმიზაციის ამოცანა. დასმული პრობლემებიდან გამომდინარე კვლევის ძირითად მიზნად დასახული იქნა მეტალურგიული ნადნობების დისპერგირების ჩვენს მიერ შემუშავებული ჰიდროვაკუუმური მეთოდის და მისი განმახორციელებელი დანადგარის სრულყოფა-უნიფიცირება ტექნოლოგიური კვანძების მოდერნიზაციისა და პარამეტრული ოპტიმიზაციის გზით. აღნიშნული განხორციელებული იქნა დისპერგირების პროცესის სიმულაციური მოდელირებისა და ექსპერიმენტული კვლევების შედეგების სისტემური ანალიზის საფუძველზე გამოვლენილი ახალი ტექნიკური გადაწყვეტების პრაქტიკული რეალიზაციის საშუალებით. შედეგად, ახალმა დანადგარმა შეიძინა, როგორც ლითონური ნადნობების ჰიდროვაკუუმური დისპერგირებისა და ასიმეტრიულად დეფორმირება-მექანოაქტივირების ტექნოლოგიური პროცესების მონოსტადიური განხორციელების ფუნქცია, ასევე მასში წარმოებული ფხვნილოვანი მასალების ფრაქციულობის მართვის შესაძლებლობა. ამასთან, მისი გამოყენება უკვე შესაძლებელი გახდა აქამდე პრობლემური, საშუალოზე დაბალი თხიერდენადობის მქონე (კერის სპირალის მიხედვით ≈ 100 მმ) პრაქტიკულად ნებისმიერი ტიპის მეტალურგიული (ლითონური და არალითონური) ნადნობისათვის, რამაც დანადგარი სრულიად მულტიფუნქციური, ტექნოლოგიური მოქნილი და უნივერსალური გახდა. გარდა ამისა, დისპერგირების ოპტიმიზირებული ტექნოლოგიური პროცესის მსხვილმასშტაბური ექსპერიმენტული კვლევების პირობებში გამოვლენილი იქნა პროექტის მიზნით გაუთვალისწინებელი ისეთი დადებითი შედეგები, როგორებიცაა წარმოებული ფხვნილების არასასურველი ოქსიდური (წიდური) ჩანართებისაგან გასუფთავება და ნაწილაკების სონოქიმიური ჰიდრირება. დადგინდა, რომ პირველი შედეგი მნიშვნელოვანია მაღალხარისხიანი ფხვნილების წარმოებაში აქამდე გამოუყენებადი, ნაწილობრივ დაბინძურებული, შედარებით იაფი მეორადი ლითონური ნადნობების გამოყენების პერსპექტივის წარმოშობის გამო, ხოლო მეორე საყურადღებოა წარმოებული ფხვნილების აქტივობის ხანგრძლივი შენარჩუნებისა და ჟანგვასაწინააღმდეგო-წყალბადალდგენითი დამუშავების გარეშე უშუალო გამოყენების შესაძლებლობის თვალსაზრისით. პროექტის ფარგლებში მიღებული ახალი ცოდნისა და გამოცდილების იმპლემენტაცია მისი ინტერდისციპლინარულობის, ტირაჟირების სიმარტივისა და ტექნიკო-ეკონომიკური ეფექტიანობის გამო მნიშვნელოვანია ფხვნილოვანი მასალების ინდუსტრიის შემდგომი განვითარების ხელშეწყობისათვის. ახალი დანადგარის მუშა ტექნოლოგიური ხაზი დანერგილია და წარმატებით ფუნქციონირებს პროექტის თანადამფინანსებელ პარტნიორ ორგანიზაციაში შპს „ჯეოინტერაიზი“.

გრანტის ხელმძღვანელი: **დავით სახვაძე**

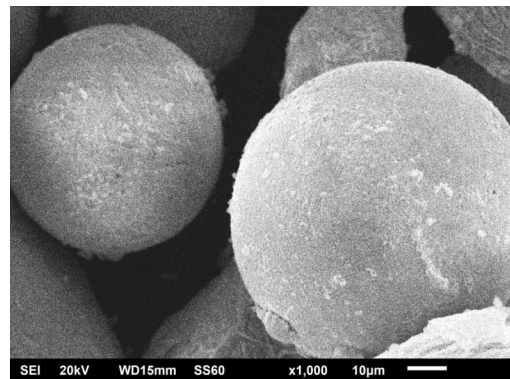
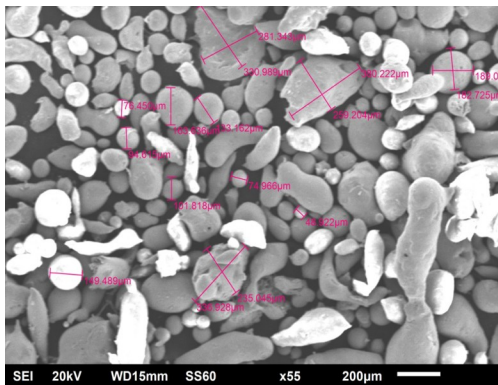
კოორდინატორი: **გიგო ჯანდიერი**

გრაფიკული აბსტრაქტი

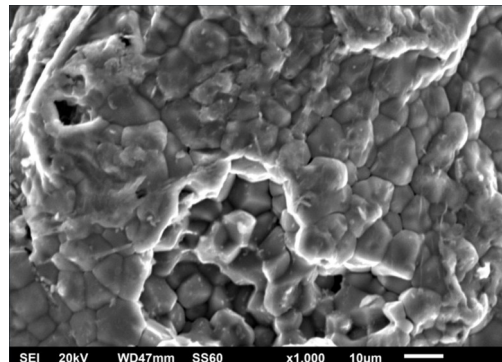
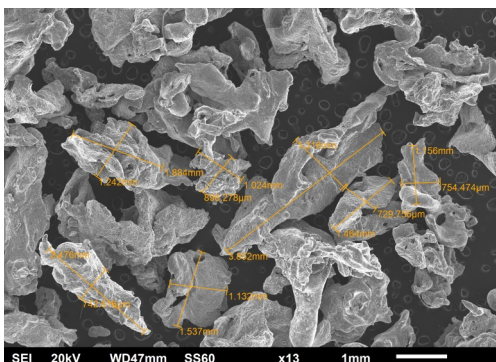


ჰიდროვაკუუმური დისპერგირებით მიღებული პროდუქტები:

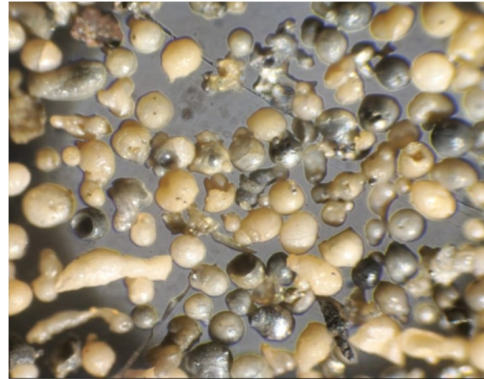
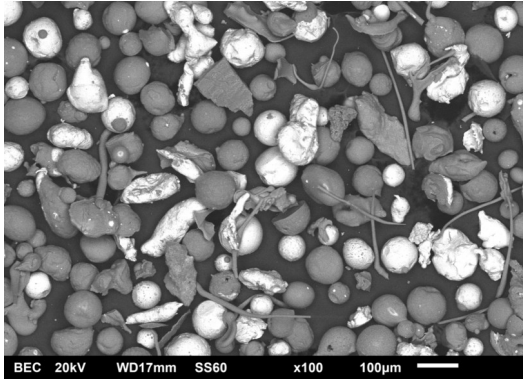
1. სინთეტიკური რუხი თუჯის მაღალაქტიური ფხვნილი



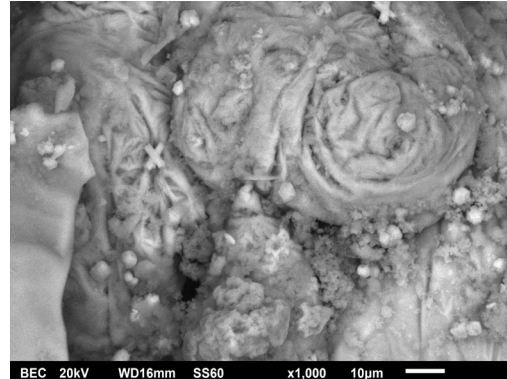
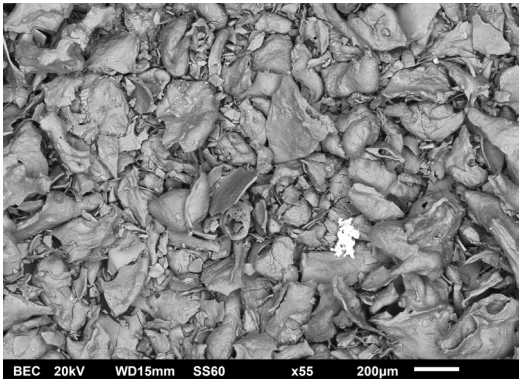
2. ალუმინის ფხვნილი ჰიდრიდული აქტივების ეფექტით



3. დისპერგირებული ალუმოთერმული არმკორკინა სეპარირებული კორუნდით



4. დისპერგირებული მაგნიუმ-ალუმინის შენადნი (მაგნალი: Mg-70%; Al-30%)



სამუშაოს განხორციელების ამსახველი ვიდეომასალის სანახავად გადადით ლინკზე:

<https://www.youtube.com/watch?v=FcGjfPD6DSO>

<https://www.youtube.com/watch?v=-8nlJRr13Qw>

<https://www.youtube.com/watch?v=Nij33oZLNi0>

<https://www.youtube.com/watch?v=C0qu9boecg0&t=21s>

https://www.youtube.com/watch?v=Y8cUZ_KEWGo

საგრანტო პროექტის ფარგლებში მომზადებული და გამოქვეყნებული პუბლიკაციები:

1. Sakhvadze, D., Jandieri, G., Saralidze, B., & Sakhvadze, G. (2024). A novel method of hydro-vacuum dispersion of metallurgical melts: research and implementation. Chapter in a Book - "Sediment Transport Research - Further Recent Advances». IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1004129>
<https://www.intechopen.com/chapters/1182229>

2. Sakhvadze, D., Jandieri, G., Saralidze, B., Sakhvadze, G., Kuparadze, A., & Sulaqvelidze, N. (2024). Universal Portable Unit for Hydro-vacuum Dispersion of Metallic Melts: Improvement of the Technological Process. Physics and Chemistry of Solid State, 25(1), 127–135. <https://doi.org/10.15330/pcss.25.1.127-135>

<https://journals.pnu.edu.ua/index.php/pcss/article/view/7195>

3. Jandieri, G.V., Sakhvadze, D.V., Saralidze, B.G., Sakhvadze, G.D., (2024). Physical and Technological Features of Mechanoactivation of Powder Particles Formed during Hydro-Vacuum Dispersion of Metallic Melts. Phys. Metals Metallogr. 125, 478–491. <https://doi.org/10.1134/S0031918X23603190>
<https://link.springer.com/article/10.1134/S0031918X23603190#citeas>

4. Jandieri G., Sakhvadze D. (2024). Controlled synthesis of TiB₂-TiC composite: Substantiation of the homogenizing Joule thermostating efficiency and improvement of SHS-compaction technology in a vacuum. Journal of Engineering Sciences (Ukraine), Vol. 11(2), pp. C13–C28.
[https://doi.org/10.21272/jes.2024.11\(2\).c2](https://doi.org/10.21272/jes.2024.11(2).c2)

5. Sakhvadze, D., Jandieri, G., Saralidze, B., & Sakhvadze, G. (2024). Detection of sonochemical hydrogenation effect in the process of hydro-vacuum dispersing of melts and its Significance. Materials Science. Non-Equilibrium Phase Transformations. Vol. 10, Issue 1, pg(s) 8-13.
<https://stumejournals.com/journals/ms/2024/1/8>

6. Sakhvadze, D., Jandieri, G., Sakhvadze, G., & Saralidze, B. (2024). Technological line for production of activated powders by hydro-vacuum dispersion of liquid metals. Scientific Collection «InterConf+», (41(185), 498–502. <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.01.2024.060>

7. Sakhvadze, D., Jandieri, G., Sakhvadze, G., & Saralidze, B. (2024). Kelvin-Helmholtz effect during hydro-vacuum dispersion of metallurgical melts. Scientific Collection «InterConf+», (41(185), 493–497.
<https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.01.2024.059>

8. Jandieri, G., Sakhvadze, D., Loria, D., Saralidze, B., & Sakhvadze, G. (2024). Hydrated aluminum powder for direct alloying of steel and alloys - challenges of the future. Scientific Collection «InterConf+», (43(193), 450–460. <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.03.2024.044>

9. დ. სახვაძე, გ. ჯანდიერი, გ. სახვაძე, ბ. სარალიძე, სსიპ - შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი, სსიპ-რ. დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი. საქართველოს პატენტი P 2024 7613 B, «პორტატული დანადგარი მეტალურგიული ნადნობების ჰიდროვაკუუმური დისპერგირებისა და მექანოაქტივირებისათვის». გამოქვეყნების თარიღი: 03.11.2024. საქართველოს სამრეწველო საკუთრების ოფიციალური ბიულეტენი №5, გვ. 10-12
[https://patents.google.com/patent/GEP20247613B/en?q=\(jandieri\)&oq=jandieri](https://patents.google.com/patent/GEP20247613B/en?q=(jandieri)&oq=jandieri)

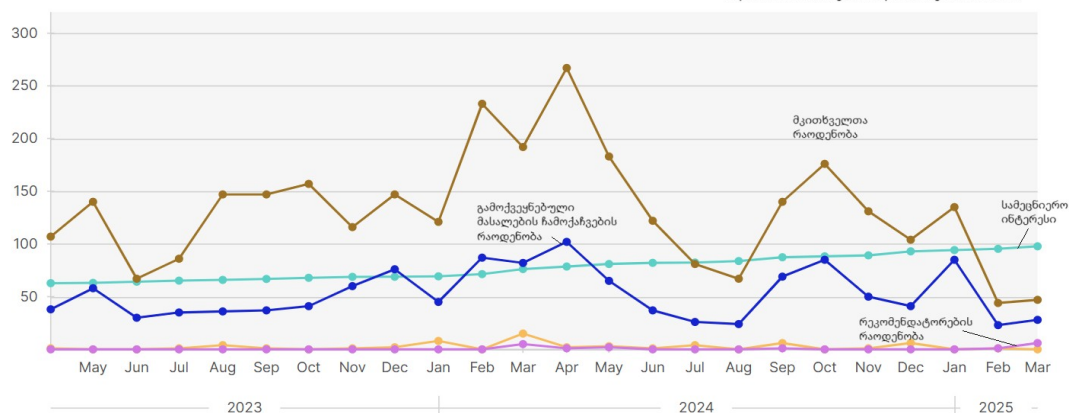


David Sakhvadze ○ Doctor of Engineering ·
Research Associate at LEPL Rafiel Dvali Institute of Machine Mechanics
Tbilisi, Georgia



Gigo Jandieri ○ Doctor of Engineering ·
Chief Scientist at Independent Research
Research and expert consulting work in the field of metallurgy and materials science.

<https://www.researchgate.net/profile/Gigo-Jandieri/stats>



IntechOpen

CERTIFICATE OF INVITATION

December 22, 2023, London

To Whom It May Concern,

IntechOpen is a pioneer of Open Access book publishing. We published our first Open Access book, Cutting Edge Robotics, in 2005. At IntechOpen today, we are committed to working with organizations and people who care about scientific discovery, putting the scientific community's academic needs first, and providing an Open Access environment where authors can maximize their contribution to scientific advancement. By opening up access to the world's scientific research book chapters, we aim to facilitate greater opportunity for collaboration, scientific discovery, and progress. When selecting authors to contribute to our publications, we apply rigorous criteria to ensure quality. We only invite experts within a particular subject area based on:

1. A proven, documented record of academic accomplishment
2. Relevance, quality, and impact of past publications
3. Knowledge of the subject area

After successfully meeting these criteria, Dr. David Sakhvadze and Dr. Gigo Jandieri have been invited to participate in the book project under the working title "Powder Technology - Recent Advances and Applications", ISBN 978-0-85466-959-2.

Sincerely,

Helena Recic
Publishing Process Manager

London: 5 Princes Gate Court, London, SW7 2QJ,
+442080895702
www.intechopen.com





**Atomising
Systems
Limited**

371 Coleford Road
Sheffield S9 5NF
England

Tel: +44 (0)114 2626 200

Fax: +44 (0)114 2626 201

E-mail: info@atomising.co.uk
www.atomising.co.uk

To Dr David Sakhvadze
cc. Prof Tamaz Tantiashvili, Dr Gigo Jandieri
Institute of Mechanics of Machines
Tbilisi
Georgia

11th March 2024

Dear Dr Sakhvadze

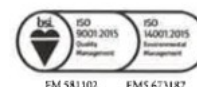
I have been in e-mail correspondence with your colleague, Dr Gigo Jandieri regarding the interesting new device you have invented for Hydro-vacuum Dispersion of Metallic Melts. My company, Atomising Systems Limited, located in Sheffield, England, is the only company in the world that offers a wide range of atomisers, using water, gas, air, ultrasonic and centrifugal techniques. We have supplied 150 installations over the last 50 years to 35 countries, so am in a good position to evaluate the economic potential of your interesting new process. In order to do this, we need to generate test data on the resulting powders so we can advise on potential markets for such products.

We would thus be grateful if you could send to the above address, samples of ~200grams of coarser and finer powders made by the process (to evaluate the size range you can cover) and of both aluminium (or alloy) and cast iron (Fe4C). If you can send us the chemical analysis that would be helpful, although we could check this in our own laboratories. We would be grateful if the samples were representative of the bulk, but appreciate sampling is a difficult process to get perfectly correct, as powders do tend to segregate in containers.

I look forward to examining these samples and to advising you on how our cooperation might be arranged.

Yours sincerely

Dr John J Dunkley
Chairman



Specialists in: Metal Powder Production Plant • Water Atomisers • Gas Atomisers • Metal Powder

Company No. 2731401 Incorporated in England. Registered Office: 371 Coleford Road, Sheffield S9 5NF, England. VAT No. GB 600 1033 29.



Merkez

GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ DONER SERMAYE İŞLETME
MÜDÜRLÜĞÜ
CUMHURİYET MAH 2254 SOKAK No: 2
41400 GEBZE / KOCAELİ
Tel: 02626051569 Faks:
E-posta: seymaobak@gtu.edu.tr
Vergi Dairesi: ULUÇINAR
VKN : 3890671403
Mersis No:
Ticaret Sicil No:



e-Arşiv Fatura

Gebze Teknik Üniversitesi
Doner Sermaye İşletme Mtd.
Cumhuriyet Mah. 2254 Sk. No:2
Gebze / KOCAELİ
Ulucinar V.D. 389 067 1403

Fatura Tipi:	SATIS
Belge No:	GTU2024000000201
Fatura Tarihi:	19- 11- 2024 14:47:17
İrsaliye No:	0000000000003375
İrsaliye Tarihi:	19-11-2024

SQX Calculation Result

Sample : N1

Application : F-U_Solid_F_000

Balance :

Matching library :

Sample film corr. :

Date analyzed : 2024- 9- 2 16:05

Sample type : Metal & Alloy

Impurity corr. :

File : N1_Sinem

No.	Component	Result	Unit	Det. limit	El. line	Intensity	w/o normal
1	Al	99.1100	mass%	0.04030	Al-KA	7683.4155	84.0245
2	Fe	0.3765	mass%	0.00606	Fe-KA	27.8437	0.3192
3	Si	0.2676	mass%	0.00544	Si-KA	4.8641	0.2269
4	S	0.0816	mass%	0.00234	S -KA	3.3692	0.0692
5	Na	0.0493	mass%	0.02842	Na-KA	0.5566	0.0418
6	Ca	0.0390	mass%	0.00710	Ca-KA	0.6360	0.0330
7	Cl	0.0345	mass%	0.00588	Cl-KA	0.6578	0.0292
8	Zn	0.0195	mass%	0.00314	Zn-KA	5.9113	0.0165
9	Ga	0.0160	mass%	0.00313	Ga-KA	5.7946	0.0135
10	Ni	0.0061	mass%	0.00390	Ni-KA	0.9770	0.0052

Öğr. Gör. Sinem VURAL YURTSEVER
Laboratory Analyst

Prof. Dr. M. Salim ÖNCEL
Laboratory Supervisor

მიღებულია ხარისხის საერთაშორისო სერტიფიკატები

SGS Secured document

Certificate N°: 202500334204

F180801_205753_001
Page N°: 1 / 2

Cert. NO. MIN/GE/POT/25/1614/L/001a

Certificate of Quality

In accordance with instructions received from Messrs. **LEPL Rafiel Dvali Institute of Machine Mechanics**, we attended at Rustavi, Georgia for the purposes of:

**SAMPLING OF THE CARGO FROM LOADED BIG BAG
SAMPLES PREPARATION
CHEMICAL ANALYSIS AT SGS NETHERLAND'S LAB (as per client's request)**

On a consignment described as:
CARGO: Aluminium Powder

On which we report as follows:
Inspection Performed: 11:30 - 12:30 / 27.01.2025

Sampling for chemical analysis/samples preparation
Sampling for chemical analysis was carried out from the loaded big bag in accordance F0CT 23148. Sample was prepared according to ISO 3954-77. Composite sample sealed with SGS seal No. 5302460 and was sent to SGS Netherland's Lab for further analysis (as per the customer's requirements).

Analysis Results
SGS Netherland Laboratory reports as follows:

Al, %
98.40

Please see Analytical Report No. SPM25-01084 attached.

SGS Georgia Ltd.
104 Gorgasali Street, GE-4400 Poti, Georgia
GE-4400, Poti, Georgia
P: +995 493 22 30 31

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service (<https://www.sgs.com/terms-and-conditions.aspx>). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdictional issues defined therein.
This document is to be treated as an original until the meaning of UCP 600. Any holder of this document is advised that information contained herein reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorised alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.
The authenticity of this document may be verified by scanning the QR code above.

SGS Secured document

Certificate N°: 202500334204

F180801_205753_001
Page N°: 2 / 2

Signed and dated in Poti
28th of February, 2025

For and on behalf of
SGS GEORGIA

SGS Georgia Ltd.
104 Gorgasali Street, GE-4400 Poti, Georgia
GE-4400, Poti, Georgia
P: +995 493 22 30 31

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service (<https://www.sgs.com/terms-and-conditions.aspx>). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdictional issues defined therein.
This document is to be treated as an original until the meaning of UCP 600. Any holder of this document is advised that information contained herein reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorised alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.
The authenticity of this document may be verified by scanning the QR code above.

SGS Secured document

Certificate N°: 202500334205

F180801_205753_001
Page N°: 1 / 2

Cert. NO. MIN/GE/POT/25/1614/L/001b

Certificate of Quality

In accordance with instructions received from Messrs. **LEPL Rafiel Dvali Institute of Machine Mechanics**, we attended at Rustavi, Georgia for the purposes of:

**SAMPLING OF THE CARGO FROM LOADED BIG BAG
SAMPLES PREPARATION
CHEMICAL ANALYSIS AT SGS NETHERLAND'S LAB (as per client's request)**

On a consignment described as:
CARGO: Aluminium and Magnesium Powder

On which we report as follows:
Inspection Performed: 11:30 - 12:30 / 27.01.2025

Sampling for chemical analysis/samples preparation
Sampling for chemical analysis was carried out from the loaded big bag in accordance F0CT 23148. Sample was prepared according to ISO 3954-77. Composite sample sealed with SGS seal No. 5302438 and was sent to SGS Netherland's Lab for further analysis (as per the customer's requirements).

Analysis Results
SGS Netherland Laboratory reports as follows:

Al, %	Mg, %
30.50	62.50

Please see Analytical Report No. SPM25-01084 attached.

SGS Georgia Ltd.
104 Gorgasali Street, GE-4400 Poti, Georgia
GE-4400, Poti, Georgia
P: +995 493 22 30 31

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service (<https://www.sgs.com/terms-and-conditions.aspx>). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdictional issues defined therein.
This document is to be treated as an original until the meaning of UCP 600. Any holder of this document is advised that information contained herein reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorised alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.
The authenticity of this document may be verified by scanning the QR code above.

SGS Secured document

Certificate N°: 202500334205

F180801_205753_001
Page N°: 2 / 2

Signed and dated in Poti
28th of February, 2025

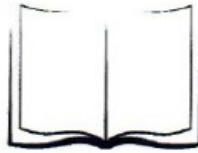
For and on behalf of
SGS GEORGIA

SGS Georgia Ltd.
104 Gorgasali Street, GE-4400 Poti, Georgia
GE-4400, Poti, Georgia
P: +995 493 22 30 31

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service (<https://www.sgs.com/terms-and-conditions.aspx>). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdictional issues defined therein.
This document is to be treated as an original until the meaning of UCP 600. Any holder of this document is advised that information contained herein reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorised alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.
The authenticity of this document may be verified by scanning the QR code above.

გეზეს ტექნიკური უნივერსიტეტის დედამიწისა და ზღვის შემსწავლელ ინსტიტუტთან
(სტამბული, თურქეთი) გაფორმებული ურთიერთთანამშრომლობის მემორანდუმი

GEBZE TECHNICAL UNIVERSITY
INSTITUTE OF EARTH AND
MARINE SCIENCES
Gebze/Kocaeli, TURKEY
<https://www.gtu.edu.tr/>
E-mail: gebzelab@gtu.tr



RAFIEL DVALI INSTITUTE OF
MACHINE MECHANICS
10 Elizbar Mindeli St, Tbilisi, 0186,
Georgia. <https://imm.ge/>
E-mail: rdimmg@yahoo.com

„— „-----„ 20.03.2025

„— „-----„ 20.03.2025

Memorandum of Understanding and Sci-tech Cooperation

By this memorandum both parties agree to mutually beneficial fruitful scientific and technical cooperation in the field of structural and physio-chemical studies of dispersion particles (powders) of metals and mineral slag obtained by innovative technology of water hydro-vacuum atomization of metallurgical melts. Cooperation can also be carried out in the direction of research of water exhausted in the process of hydro-vacuum dispersion.

Forms of cooperation under this memorandum may consist of exchanges of technical information, visits, training, and cooperative research consistent with ongoing programs of the Parties.

The Parties shall encourage and facilitate, where appropriate, the development of direct contacts and cooperation among government agencies, universities, research centers, institutions, private sector companies, and other entities of the two countries.

Cooperative activities under this memorandum shall be subject to the availability of personnel, resources, and appropriated funds. This memorandum shall not be construed to obligate any particular expenditure or commitment of resources or personnel. The Parties shall agree in writing upon specific Project Annexes before the commencement of any activity pursuant to this memorandum.

This memorandum may be amended by mutual written agreement of the Parties. In witness whereof the undersigned, being duly authorized by their respective Governments, have signed this Agreement.

Prof. Dr. M. Salim ÖNCEL
Director of the Institute of Earth
and Marine Sciences

Prof. Dr. M. Salim ÖNCEL
Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Tamaz Natriashvili
Director of the Institute of
Machine Mechanics

გრანტის ფარგლებში მიღებული შედეგები წარდგენილი იქნა საერთაშორისო სიმპოზიუმ-გამოფენებზე გერმანია, ბულგარეთსა და თურქეთში
ქალაქები: სტამბული, ვარნა, დიუსელდორფი, ჰამბურგი, ფრანკფურტი

