
**PROCESSUS DE RÉGÉNÉRATION
MÉTALLOGÉNIQUE D'ÂGE ALPIN
DANS LES MONTS MÉTALLIFÈRES DU SPIS
ET DU GEMER
(CARPATHES TCHÉCOSLOVAQUES)**

par **Jan ILAVSKY** et **Frantisek NOVAK**

Dans le cadre des études métallogéniques de la partie tchécoslovaque des Carpathes occidentales, c'est surtout le problème de l'origine des gisements hydrothermaux de la zone la plus interne, dite Géméride, où se trouvent les montagnes métallifères du Spis et du Gemer, qui a attiré l'attention ces dernières années.

Les questions les plus vivement discutées sont celles de :

- l'origine de la métallisation, de son âge, de son développement dans l'espace et dans le temps ;
- de la structure des gîtes métallifères ;
- des phénomènes de régénération et de métamorphisme des minerais ;
- des phénomènes de zonalité primaire horizontale et verticale ;
- de la minéralogie et de la géochimie des minerais, etc.

Ce sont surtout les questions d'âge de la métallisation et de son développement dans le temps, c'est-à-dire du nombre de phases de minéralisation qui ont attiré l'attention.

Les travaux de J. KANTOR, J.-H. BERNARD, C. VARCEK, Fr. NOVAK, J. BENO, J. ILAVSKY, L. ROZLOZNIK, M. MASKA, St. OGURCAK et de plusieurs auteurs ont beaucoup contribué à la résolution de ces questions.

En ce qui concerne l'âge de la minéralisation hydrothermale, J. ILAVSKY et Fr. NOVAK ont émis l'hypothèse que les phases principales

et les plus importantes se situent à la fin de l'époque métallogénique hercynienne (du Carbonifère moyen au Trias inférieur), tandis qu'au cours des étapes intermédiaires de l'orogénèse alpine (entre l'Albien et le Lutétien), les gisements et les roches voisines étaient transformés par un métamorphisme épizonal.

C'est à ce moment qu'apparaît une série de minéralisations régénérées, dont la substance dépend des gisements hercyniens plus anciens. L'évolution des processus métallogéniques peut être représentée par le schéma suivant, dans lequel on voit que les diverses phases magmatiques ont comme résultat des types de minéralisation très proches ou identiques.

I. L'ÉPOQUE MÉTALLOGÉNIQUE HERCYNIENNE

A) Première étape métallogénique hercynienne tardive à sidérose et sulfures.

1) *Période de minéralisation à fuchsite.* — Elle est caractérisée par la forte influence des roches voisines (diabases).

Minéraux : Fuchsite I, Pyrite, I, Quartz I. Elle existe dans quelques localités près de Dobsina. Age : probablement antérieure au Carbonifère supérieur. Elle a été suivie de périodes ultérieures.

2) *Première période de minéralisation à sidérose.* — Son existence est locale. Elle est développée seulement aux environs de Dobsina et dépend vraisemblablement de l'intrusion granitoïde de Dobsina et des processus d'assimilation qui ont engendré les diorites de Dobsina.

Minéraux : Sidérose I, Pyrite II, Quartz II et Ankérite.

Age : Vraisemblablement antérieure au Carbonifère supérieur, parce que des fragments de sidérose, considérés autrefois comme des galets, se trouvent déjà dans des conglomérats du Carbonifère supérieur qui est ici daté par la Paléontologie.

3) *Première période de minéralisation de Ni-Co-As.* — Elle est développée en filons ou imprégnations situés directement dans les gabbrodiorites et diorites, et engendrés par des processus d'assimilation entre les granitoïdes et la série de phyllites et diabases qui contient, à l'état disséminé, beaucoup de minerais de Cu, Ni, Co.

Ezéchiél, Martini, Dobsina.

Elle est associée dans l'espace à la période précédente, ou bien en est tout à fait indépendante.

Minéraux : Gersdorffite I, Chloantite I, Rammelsbergite I, Quartz III, Tourmaline I.

Son âge est vraisemblablement antérieur au Carbonifère supérieur, parce qu'elle dépend probablement de l'assimilation entre les granitoïdes et les diabases, dont l'âge est plus ancien que le Carbonifère supérieur.

B) Première étape métallogénique à sidérose-barytine. Première étape de répétition partielle.

4) *Deuxième période de minéralisation à Fuchsite*. — Elle est caractérisée par la forte influence des roches voisines, c'est-à-dire des diabases.

Minéraux : Fuchsite II, Quartz IV, Pyrite III. *Age* : entre le Carbonifère supérieur et le Permien inférieur. Son existence est locale, parce qu'elle se rencontre seulement dans les roches de la série de phyllites et diabases : Dobsina, Rudnany.

5) *Deuxième période de minéralisation à Sidérose*. — Son existence est régionale. Elle se trouve dans les filons sidéritiques et dans les gîtes métasomatiques de la sidérose, dans les séries primaires.

Minéraux : Quartz V, Pyrite IV, Gersdorffite II, Sidérose II. Elle est en relation avec les intrusions granitoïdes hercyniennes cachées dans la profondeur des Gémérides. Elle comporte plusieurs générations de répétition de Sidérose II, Quartz et Pyrite.

Age : postérieur au Carbonifère supérieur, mais antérieur au Permien. *Preuves* : les klarks de Fe plus hauts dans les sédiments permien, niveaux d'hématite sédimentaire dans le Permien, niveaux avec l'arrivée de Fe par diagenèse, fragments de Sidérose dans les conglomérats permien considérés comme des galets, etc. Exemples : Roznava, Rudnany, Dobsina, Nizna Slana, Zeleznik, Luciabana, etc.

6) *Première période de minéralisation à Barytine*. — Elle est liée à la période de Sidérose II dans l'espace et le temps, éventuellement elle est développée dans les filons particuliers de barytine.

Minéraux : Barytine I, Sidérose II.

Son existence est locale. En relation avec celle de Sidérose, elle est peu thermique. Exemples : Rudnany, Drnava, Jacklovce.

C) Première étape de minéralisation sulfurée. Deuxième étape de répétition partielle.

7) *Première période à tourmaline*. — Son existence est seulement locale dans les régions où les intrusions et leurs effets ont été très forts.

Minéraux : Tourmaline II, Quartz VI, Pyrite V, Rutile. Elle est influencée en partie par les roches voisines.

Age : Permien inférieur. Exemples : Kluknava, Koysov, Mnisek, Fichtenhübl, etc.

8) *Deuxième période sulfurée*. — Sa répartition est régionale, mais dans les diverses localités elle est représentée par des formations à faciès différents, qui dépendent des conditions locales. Ces faciès métallogéniques sont contemporains ou parfois se succèdent partiellement.

a) *Le faciès à Ni-Co-As/Fe II.*

Dans le temps, il devance parfois les autres. Les minéraux sont : Gersdorffite III, Chloantite II, Rammelsbergite II, Quartz VII, Pyrite VI. *Age* : Permien inférieur.

Il est antérieur aux sédiments de cuivre du Permien dont l'âge est prouvé par les méthodes de mesure d'âge absolu. Ce faciès est fortement influencé par les roches voisines : diabases, gabbrodiorites. Exemples : Biengarten et Gugl près de Dobsina, Smolnicka Huta, Gelnica, Mariabana, etc.

b) *Le faciès de cuivre avec chalcopyrite I.*

Il a une répartition régionale sur les filons sidéritiques ou sur les filons quartz-cuivre.

Minéraux principaux : Chalcopyrite I, Quartz VIII, Pyrite VII, Chlorite. Exemples : les filons à minéraux de cuivre près de Dobsina, Mlynky, Slovinky, Gelnica, Mariabana.

c) *Le faciès à Cu-Sb-Hg-Bi-Au-Ag.*

Il a une répartition territoriale considérable.

Minéraux : Tétrahédrite I, Chalcopyrite I, Sulfures de Cu-Bi-Sb, Quartz VIII, Pyrite VII, etc. Ces minéralisations filoniennes sont probablement contemporaines des grès cuprifères et minéraux uranifères dont l'âge absolu a été fixé par la méthode du plomb comme appartenant au Permien (Kantor, 1959). Exemples : Fichtenhübl près de Smolnicka Huta, Novoveska Huta.

d) *Le faciès à Pb-Zn-Cu/Au-Ag-As-Hg-Fe.*

Il a une répartition locale dans quelques régions.

Minéraux : Galène I, Blende I, Chalcopyrite I, Arsénopyrite I, Sulfures de Pb-Zn-Cu, Quartz VIII, Pyrite VII, etc. Il est plus récent que le cuivre. Exemples : Ochtina, Jelsava, Koysov, Medzev, etc.

e) *Le faciès à Au-Ag-Sb-Pb-Cu-Zn-Fe.*

Il a une répartition assez locale dans la région de Poproc et Zlata Idka.

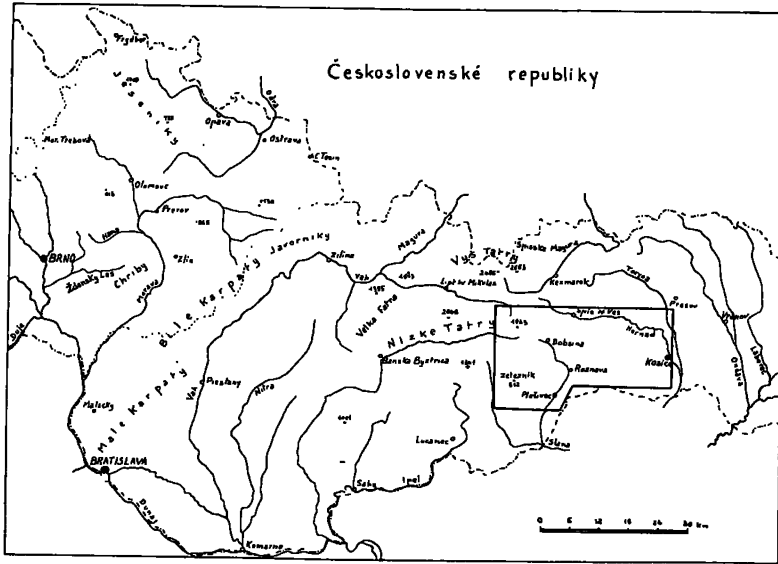


Fig. 1. — Emplacement de la région étudiée.

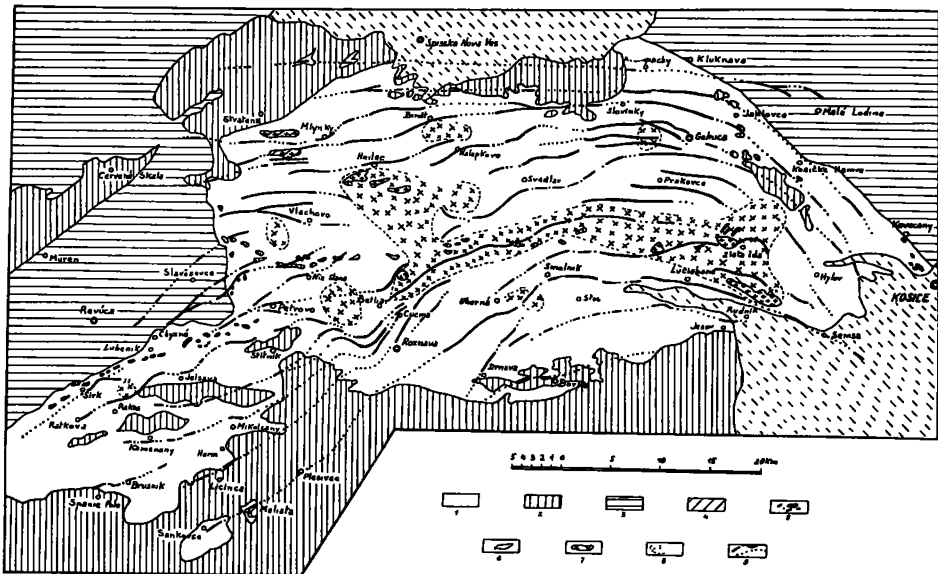


Fig. 2. — Montagnes du Spis et du Gemer.

- 1, Série épimétamorphique et schistes werféniens des Gémérides.
- 2, Trias moyen et termes supérieurs du Mésozoïque des Gémérides.
- 3, Séries méso- et cata-métamorphiques des Veporides et Tatrides.
- 4, Néogène et Paléogène.
- 5, Gites à magnésite.
- 6, Ankérite et calcaires du Cambrosilurien des Gémérides.
- 7, Petites intrusions connues du granite des Gémérides et diorite de Dobsina.
- 8, Intrusions supposées du granite des Gémérides.
- 9, Gites connus et supposés et minéralisations hydrothermales liées au granite des Gémérides.

Minéraux : Jamesonite I, Or natif, Stéphanite ?, Argentite ?, Bertiérite I, Stibine I, Arsénopyrite, Pyrite VII, Quartz VIII, Galène I, Blende I, etc.

D) La troisième étape hercynienne de rajeunissement tardif sidérose-barytine, sulfures.

9) *Troisième période à sidérose*. — Sa répartition est probablement locale; elle se trouve peut-être seulement au Sud des Gémérides. Elle a vraisemblablement des équivalents sédimentaires effusifs dans les gisements d'hématite du Werfénien Type : Sankovce. Les relations avec les gisements filoniens : par exemple Nandraz, ne sont pas encore déterminées.

10) *Deuxième période à Barytine*. — Elle n'est développée que dans les localités au Sud des Gémérides, soit comme des corps effusifs sédimentaires lamellaires associés aux couches d'hématite, soit sous forme de filons particuliers de barytine. On peut fournir comme exemple la minéralisation à couches lenticulaires de barytine de Sankovce et Licince.

11) *La période à sulfure de cuivre*. — Elle est développée localement dans la localité de Cuntava près de Dobsina, soit sous forme d'une série sédimentaire à oligiste et minéraux de cuivre dans les couches calcaires supérieures du Trias inférieur-Campilien, soit sous forme de veinules indépendantes.

Minéraux : Chalcopryrite II, Bornite, Tétrahédrite II, etc.

Ce schéma de minéralisation n'est développé complètement dans aucun gisement, mais il illustre la multitude de conditions locales et des détails des gisements. Dans certains cas, il semble que ces quatre étapes, qui sont développées dans des localités différentes, sont équivalentes malgré des faciès différents. En les comparant on arrive cependant au schéma ci-dessus.

L'origine de ces minéralisations, considérées longtemps comme hydrothermales, est différente (convergence-Konvergenzerscheinung). Quelques-unes d'entre elles ont leur origine dans le plutonisme des granitoïdes d'âge hercynien, qui est masqué dans la profondeur des Gémérides. Les autres dépendent peut-être du volcanisme des porphyres du Permien, ou probablement du volcanisme des roches basiques du Trias inférieur, et le reste dépend des processus d'assimilation entre les granitoïdes et les diabases de la série du Rakovec.

II. L'ÉPOQUE MÉTALLOGÉNIQUE ALPINE

Les étapes principales de l'orogénèse alpine dans les Carpathes occidentales se déroulent, d'après D. ANDROUSSOFF et A. MATEJKA (1931), pendant une période confuse entre l'Albien et le Lutétien (partie centrale). Cette orogénèse donne naissance aux nappes subtatiques et a comme résultat le métamorphisme et la revivification de l'action intrusive. A cette époque, les apophysés des granitoïdes des Gémérides (dont l'âge absolu a été déterminé par J. KANTOR à l'aide de la méthode A^{40}/K^{40} -1957) pénètrent dans les parties supérieures du manteau paléozoïque et les anciens gisements métalliques. Les intrusions granitiques et les processus métamorphiques produisent de grands effets sur les anciens gisements (hercyniens). Ce sont surtout les effets suivants : plissement, rupture tectonique, recristallisation, destruction partielle des anciens remplissages filoniens et faible transport vers les couches supérieures de l'écorce terrestre dans le sens de la théorie de H. SCHNEIDERHOHN (1953).

Les effets régénérateurs sont apparents surtout dans les macrotectures des remplissages filoniens, dans la situation minéralogique et géochimique, dans les conditions paragénétiques et physiques de décrépitation d'un nombre considérable de minéraux métalliques (J. ILAVSKY, 1959; Fr. NOVAK, 1960).

Ainsi on peut constater :

1° que les formations régénérées sont développées dans les fissures les plus récentes, liées aux filons hercyniens, ou bien aux roches voisines;

2° que les formations régénérées dépendent par leur substance des anciennes formations dont elles sont nées et dans le voisinage desquelles elles apparaissent;

3° que la composition minéralogique et la paragénèse des formations régénérées sont plus simples, surtout en ce qui concerne les sulfures;

4° que le caractère global des formations régénérées est au fond la dispersion. Elles forment en effet dans le voisinage des gisements hercyniens (plus anciens) des auréoles de dispersion d'une importance économique très faible;

5° que les minéraux régénérés des remplissages filoniens comme ceux non remaniés, qu'ils soient hypothermaux ou épithermaux, décrépitent à même température. Ceci signifie que les anciens remplissages ont recristallisé à la température de formation des minéraux les plus récents;

6° que pendant l'orogénèse alpine dans le voisinage des minéraux métalliques, la substance des roches voisines a été mobilisée également. Elle a engendré des minéraux de paragénèse alpine, ceci non seulement

dans les anciens gisements, mais aussi dans les roches voisines plus éloignées.

Le nombre de formations régénérées et leur composition dépend du nombre et de la composition des anciennes périodes hercyniennes et de leurs formations. La plus forte phase de tourmalinisation II, dépendant des granitoïdes crétacés des Gémérides, précède dans le temps les formations alpines régénérées, tandis que les autres formations de minerais se forment probablement en même temps ou dans un court intervalle. Ceci résulte des différents points critiques de cristallisation de divers systèmes minéraux dans les mêmes conditions de pression et température.

Le tableau suivant illustre les périodes de minéralisation alpines et les périodes hercyniennes qui les ont engendrées :

Périodes et formations alpines.	Périodes et formations hercyniennes.
<p>I. <i>Période à tourmaline.</i> <i>Minéraux</i> : Tourmaline III, Quartz X. <i>Origine</i> : les granites des Gémérides - subhercyniens. <i>Localités</i> : Vel'ky Hnilec, Betliar, etc.</p>	
<p>II. <i>Formations alpines régénérées</i> (partiellement juvéniles).</p> <p>1. Formation à ankérite, Fedolomie, quartz XI et sidérose. <i>Localités</i> : Dobsina, Mlynky, Gretla, Gelnica, etc.</p> <p>2. Formation d'hématite, oligiste, ankérite, quartz et sidérose. <i>Localités</i> : Kosické-Hamre, Kluknava.</p> <p>3. Formation à magnétite, hématite, oligiste, quartz, ankérite et sidérose. Ex. : Roznavské Bystré, Poproc, Petrovo, etc.</p>	<p>2. Première période à sidérose.</p> <p>5. Deuxième période à sidérose.</p> <p>9. Troisième période à sidérose.</p>
<p>4. Formation à barytine, parfois avec les minéraux de Cu, Hg : barytine III, cinabre, chalcopryrite III. Ex. : Rudnany, Porac, Gelnica, Kosické Hamre, etc.</p>	<p>6. Première période à barytine.</p> <p>8. Période sulfurée ancienne.</p> <p>10. Deuxième période à barytine.</p>

5. Formation à Ni-Co-As/III.
Minéraux : Gersdorffite IV, Arséno-Pyrite IV, Arséno-Pyrite III, Nickel et Antimoine, Pyrrhotite, etc. *Localités* : Mariabana, Dobsina, Smolnik, etc.

6. Formation à quartz-Chalcopyrite avec : quartz X, chalcopyrite III, etc. *Localités* : Hnilec, Svedlar, Slovinky, Gelnica, Prakovce.

7. Formation à stibine. *Minéraux* : Stibine II, Quartz X, Berthièrite II. *Localités* : Cucma, Svedlar, Poproc, Mnisek.

8. Formation à Hg. *Minéraux* : Cinabre II, Mercure natif, souvent Barytine III. *Localités* : Gelnica, Jaklovce, Kosické Hamre, Rudnany, Nizna Slana, etc.

9. Formation à galène-blende. *Minéraux* : Galène II, Blende sans Fe, minéraux de Cu. Ex. : Roznavabana, peut-être Rochovce, Ochtina, etc.

10. Formation à Au-Ag, quartz X, or natif, etc. Elle est probablement en partie juvénile. Ex. : Zlata Idka.

III. *Formation des minéraux*, mobilisés pendant l'orogénèse alpine des roches voisines.

Minéraux : Albite, Rutile II, Ankérite, Hématite, Magnétite, Quartz XI, etc.

Age : Elle est la phase terminale des trois étapes alpines. Ex. : Roznava, Drnava, etc.

3. Première période à Ni-Co-As.

8a. Deuxième période à Ni-Co-As-/Fe/.

8b. Formation à chalcopyrite I.

8c. Formation à Cu-Sb-Hg-/Bi-Pb/.

8d. Formation à Pb-Zn-Cu/Au-Ag-As-Hg/.

8e. Formation à Ag-Au-Sb-Pb-Cu/Zn-Fe/.

Il y a souvent une différence géologique et structurale entre les anciennes métallisations hercyniennes et les métallisations alpines. Les filons récents ont une orientation différente : les anciennes sont fortement interrompues par les dislocations transversales, tandis que les déformations alpines qui les suivent immédiatement ne sont presque pas atteintes par les failles et dislocations transversales. Parmi les métallisations alpines, il peut arriver que l'on n'ait aucune métallisation hercynienne.

Ainsi nous arrivons à la conclusion suivante : les principes de régénération, c'est-à-dire de remaniement et de transport partiel dans les couches supérieures de l'écorce terrestre, auxquels H. SCHNEIDERHÖHN, M. M. KONSTANTINOV, OBRUCEV, etc., font allusion, sont acceptables pour la région de la province métallifère des Carpathes occidentales, d'autant plus que les processus orogéniques et métallogéniques se répètent ici plusieurs fois. Ce phénomène caractérise beaucoup de zones plissées du système des Alpes jusqu'à l'Himalaya et le schéma des processus métallogéniques, surtout celui de la régénération, peut s'appliquer non seulement à la zone des Gémérides, mais aussi à toute l'étendue du territoire des Carpathes occidentales dans sa partie centrale.

TABLEAU I

Décrépitoigrammes de quelques minéraux des gîtes de sidérose des monts métallifères du Spis et du Gemer, d'après F. NOVAK, 1960.

Minéral	Gîte minéral	Commencement de la décrépitation *
Tourmaline	Mine Maria-Roznava	360-375° C
Barytine filonienne	» »	380° C — ?
Barytine de la zone d'oxydation	» »	220° C
Sidérose-Cristaux dans les cavernes du filon	» »	290° C
Sidérose gros cristaux du filon	Gîte Bernardy-Roznava	320-335° C
» »	» »	340° C
Sidérose cristalline dans les cavernes du filon	» »	280° C
Sidérose gros cristaux du filon	Gîte Aurélia-Roznava	345-355° C **
Quartz, cristaux des cavernes du filon	Mine Maria-Roznava	260-325° C
Ankérite gros cristaux du filon	Gîte Bernardy-Roznava	350° C
Ankérite gros cristaux du filon	Gîte Aurélia-Roznava	345-370° C
Albite — cristaux dans les cavernes du filon	Gîte Bernardy-Roznava	305-325° C

* Les températures sont citées sans correction de pression.

** L'échantillon a été prélevé dans un petit filon avec remplissage du type alpin au voisinage du filon principal.

TABLEAU II

Différences dans la composition géochimique de quelques minéraux varisques et de minéraux de régénération alpine dans les monts métallifères du Spis et du Gemer, d'après Fr. NOVAK et J. ILAVSKY, 1960.

Gîte minéral	Minéral	Marque géochimique varisque	Marque géochimique alpine
Roznava	Sidérose	Mg : Mn : Ca = 10 : 4 : 1	Mg : Mn : Ca = 10 : 4 : 1
»	Ankérite	Normale	Plus Mg, microéléments Sr, Y, Yb
»	Barytine	Sr plus que 0,8 %	Sr moins que 0,8 %
»	Tétraédrite	Eléments principaux : Fe, Cu, Ag, Zn, Hg, Sb, As, Bi, Pb, Ni, Co, Se, Cd, Au	Tétraédrite plus simple; avec Cd
»	Arsénopyrite	Microéléments : Co, Ni, Sb, Bi, Mo	Microélément : Ti
»	Gersdorfite	Avec Co et beaucoup de Fe	Sans Fe et beaucoup de Co
»	Blende	Beaucoup de Fe et Hg peu de microéléments	Peu de Fe et Hg. Beaucoup de micro- éléments : Ge Ga Sn Ti As
Smolnik	Blende	Ag, 0,002 %; Mn, 0,02 %; Cd, 0,29 %; Cu, 0,23 %; In, 0,01 %; Fe, moins 1 %; Pb, moins 1 %	?
Kosické Hamre	Blende	?	Ag, tr.; Mn, 0 %; Cd, 0,53 %; Cu, 0,008 %; In, 0,02 %; Fe, 0,69 %; Pb, tr.