

Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ. Bull. Geol. Soc. Greece	Τομ. XVIII Vol.	σελ. 237-242 pag.	Αθήνα 1986 Athens
--	-----------------------	-------------------------	-------------------------

## Η «ΑΣΘΕΝΕΙΑ ΤΟΥ ΧΑΛΚΟΠΥΡΙΤΗ» ΣΤΟΥΣ ΣΦΑΛΕΡΙΤΕΣ ΤΟΥ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΣ Pb-Zn ΤΗΣ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑΣ, ΑΝΑΤΟΛ. ΧΑΛΚΙΔΙΚΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ \*

Από  
Σ. Η. ΚΑΛΟΓΕΡΟΠΟΥΛΟ\*\*

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι σφαλερίτες του κοιτάσματος Pb-Zn της Ολυμπιάδας, Αν. Χαλκιδικής εμφανίζουν την «ασθένεια του χαλκοπυρίτη» («chalcopyrite disease»). Ο ιστός αυτός έχει δημιουργηθεί από την αντίδραση Cu-ούχων διαλυμάτων και FeS του σφαλερίτη και θεωρείται σαν ιστός αντικατάστασης παρά απόμειξης. Αυτό διαπιστώνεται από (1) τη μεταγενέστερη απόθεση του χαλκοπυρίτη σε σχέση με αυτή του σφαλερίτη (2) την πτώση του FeS του σφαλερίτη όπου υπάρχει χαλκοπυρίτης με την παραπάνω ιστολογική σχέση και το συνδυασμό τους με πειραματικά δεδομένα που αναφέρονται στο ποσοστό του Cu που διαλύεται στο σφαλερίτη σε υψηλές θερμοκρασίες. Είναι φανερό ότι παρουσία του λεπτομερούς αυτού ιστού στο μέταλλευμα μπορεί να δημιουργεί προβλήματα ανάκτησης του χαλκού.

### ABSTRACT

Sphalerites from the Olympias Pb-Zn massive sulfide are deposit Eastern Chalkidiki exhibit the "chalcopyrite disease" texture. This texture has been produced by the reaction of Cu-bearing solutions and FeS in sphalerite and it is thus considered as replacement rather than exsolution. This conclusion is based on the observations that chalcopyrite has formed later than sphalerite concomitantly with an FeS depletion of parts of sphalerite close to chalcopyrite and the experimental data on the solubility of CuS in sphalerite at various temperatures and pressures. It is evident that the "chalcopyrite disease" texture may cause recovery problems for copper.

---

\* S. I. Kalogeropoulos. "Chalcopyrite Disease" in Sphalerites from the Olympias Pb-Zn Massive Sulfide Ore Deposit, Eastern Chalkidiki - Conclusions.

\*\* Επιστ. Σύμβουλος, ΙΓΜΕ.

Κατατέθηκε 12.11.84, ανακοινώθηκε 17.12.84.

## Εισαγωγή

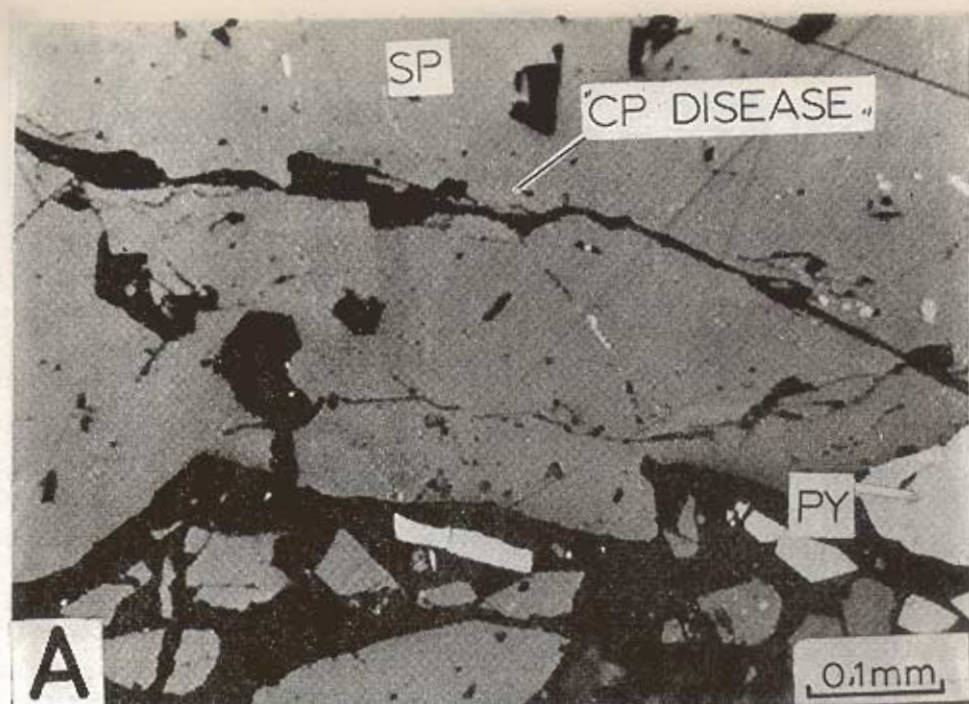
Η παρουσία εγκλεισμάτων χαλκοπυρίτη σε σφαλερίτη είναι ένας ιστός που στο παρελθόν ερμηνεύονται αποκλειστικά σαν αποτέλεσμα απόμειξης (exsolution). Κατά την πορεία της απόμειξης χαλκός που είχε διαλυθεί στο σφαλερίτη σε υψηλές θερμοκρασίες αποδεδμεύεται σαν χαλκοπυρίτης με την πτώση της θερμοκρασίας. Ωστόσο, πειραματικές μελέτες (Wiggins and Craig, 1980, Hutchinson and Scott, 1981) έχουν δείξει ότι μόνον ένα περιορισμένο ποσοστό χαλκού μπορεί να διαλυθεί στο σφαλερίτη που συνυπάρχει με σιδηροπυρίτη. Σε πολλές κοιτασματολογικές μελέτες (Barton 1978, Kalogeropoulos, 1982, 1983) η συμμετοχή του χαλκοπυρίτη σε ιστολογική σχέση με το σφαλερίτη ίδια με αυτή που περιγράφηκε παραπάνω υπερβαίνει κατά πολύ το ποσοστό συμμετοχής όπως έχει προκύψει από τα πειραματικά δεδομένα. Κατά συνέπεια η απόμειξη δεν πρέπει να αποτελεί τη μοναδική πορεία δημιουργίας ενός τέτοιου ιστού. Οι Barton (1978) και Kalogeropoulos (1982) έχουν παρουσιάσει σοβαρά στοιχεία που υποστηρίζουν ότι ο ιστός αυτός είναι αποτέλεσμα αντικατάστασης και έχει ονομασθεί από τον πρώτο σαν «ασθένεια του χαλκοπυρίτη» («chalcopyrite disease»). Αυτή η αντικατάσταση έχει προέλθει από την αντίδραση Cu-ούχων διαλυμάτων με το FeS του σφαλερίτη.

## Αποτελέσματα — Συζήτηση

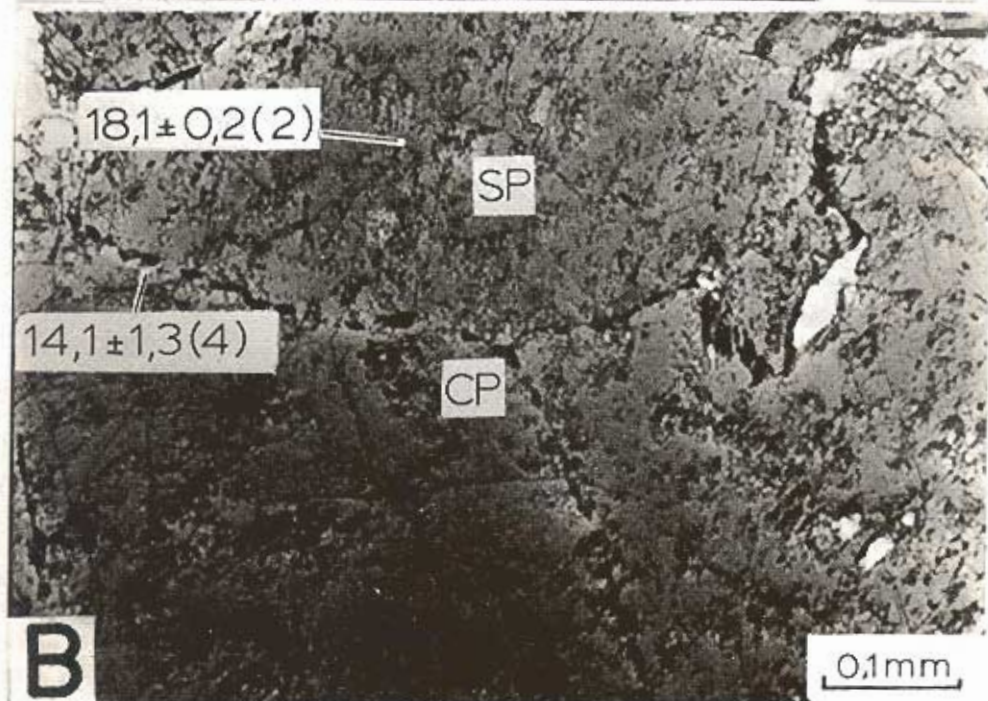
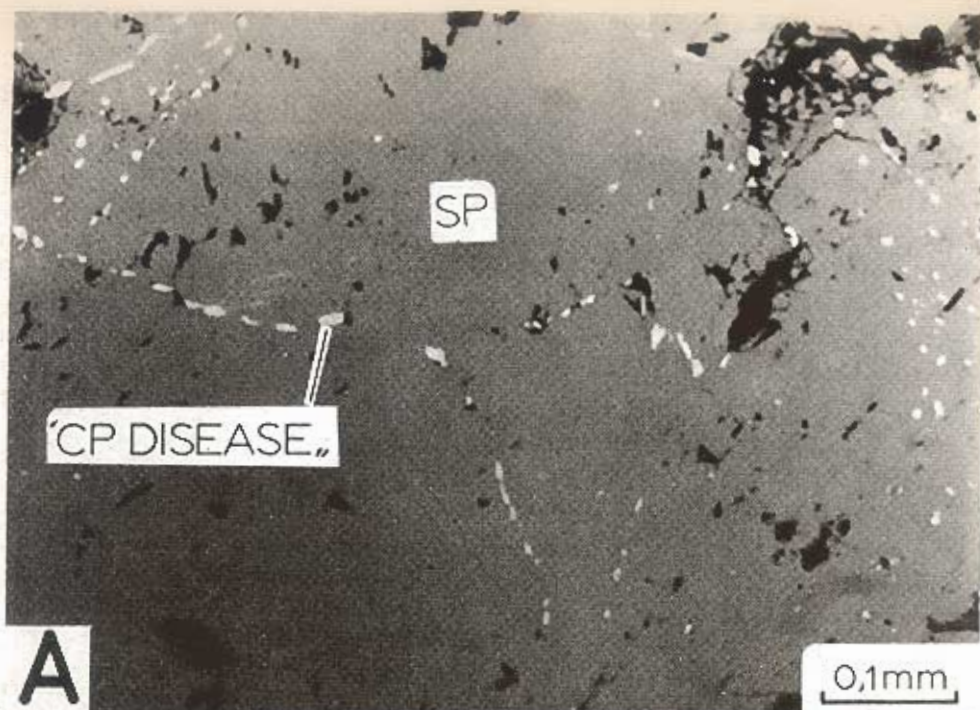
Ιστολογική μελέτη της σχέσης σφαλερίτη - χαλκοπυρίτη σε δείγματα μεταλλεύματος Pb-Zn από το μεταλλείο της Ολυμπιάδας της Ανατολικής Χαλκιδικής απέδειξε ότι ο χαλκοπυρίτης απαντά με τη μορφή εγκλεισμάτων μέσα στο σφαλερίτη και κατά μήκος κρυσταλλικών ασυνεχειών όπως μικροδιακλάσεις (microfractures, Εικ. 1) ή όρια επαφής μεταξύ κρυστάλλων (grain boundaries, Εικ. 2). Ο ιστός που προκύπτει από την παραπάνω σχέση μεταξύ χαλκοπυρίτη και σφαλερίτη δε διαφέρει από εκείνον της «απόμειξης» και έχει ονομασθεί «ασθένεια του χαλκοπυρίτη» (Barton, 1978). Έτσι η δημιουργία του χαλκοπυρίτη στις ιστολογικές σχέσεις που έχουν περιγραφεί παραπάνω είναι μεταγενέστερη της απόθεσης του σφαλερίτη.

Η μελέτη της μεταβολής του ποσοστού συμμετοχής του FeS στο σφαλερίτη σε σχέση με την απόσταση από τα εγκλείσματα του χαλκοπυρίτη απέδειξε ότι η ζώνη ή το τμήμα του σφαλερίτη που βρίσκεται κοντά στο χαλκοπυρίτη έχει FeS λιγότερο από το τμήμα εκείνο που βρίσκεται σε κάποια απόσταση από αυτόν (Εικ. 2). Ολοκληρωμένες αναλύσεις του χημισμού των τμημάτων του σφαλερίτη όπως καθορίζονται από την ιστολογική μελέτη δίνονται στον Πίνακα 1.

Με βάση τις παραπάνω παρατηρήσεις, δηλαδή (1) το μεταγενέστερο χαρακτηριστικό του χαλκοπυρίτη σε σχέση με το σφαλερίτη, και (2) την πτώση του ποσοστού συμμετοχής του FeS στο σφαλερίτη εκεί που εντοπίζεται ο ιστός της «ασθένειας του χαλκοπυρίτη» και σε συνδυασμό με τα πειραματικά δεδομένα των Wiggins and Craig (1980) και Hutchinson and Scott (1981) μπορούμε να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι ο χαλκοπυρίτης της παραπάνω ιστολογικής



Εικ. 1. Χαλκοσιφίτης (cp) κατά μήκος μικροδιακλάσεων του σφαλερίτη (sp) (Α) ανακλάμενο φως, και (Β) διερχόμενο φως.  
 Μεταλλείο Ολυμπιάδα, Α. Χαλκιδική.



Εικ. 2. Προσανατολισμένα εγκλεισµατα χαλκοσιδηριτη (cp) µεσα σε σφαλεριτη (sp) (ανακλωµενο (Α) και διερχοµενο (Β) φως)

Σηµειωστε το µικροτερο ποσοστο συμμετοχης του σιδηρου στο τμηµα, του σφαλεριτη (λευκοτερα) που βρισκεται κοντα στο χαλκοσιδηριτη. Μεταλλευα Ολυµπιδα, Α. Χαλκιδικη.

Πίνακας 1. Μεταβολή του FeS στο σφαλερίτη σε σχέση με τη θέση των εγκλεισμάτων χαλκοπυρίτη (Ιστός της Εικ. 3). Οι αναλύσεις έγιναν με μικροαναλυτή τύπου JEOL SUPERPROBE 733 στο ΙΓΜΕ.

Στοιχεία	Κόκκινο n = 2	Κίτρινο n = 4
Zn	54.85 (0.40)	57.00 (1.30)
Fe	10.40 (0.24)	8.05 (0.65)
Cu	—	—
Cd	—	—
Mn	0.18 (0.02)	0.16 (0.12)
S	33.80 (0.40)	33.70 (0.80)
Σύνολο	99.23 (0.61)	98.91 (1.70)
Mole% FeS	18,1 + 0.2	14,1 + 1.3

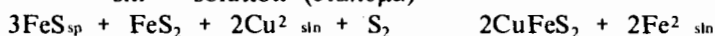
εικόνας δημιουργήθηκε σαν αποτέλεσμα της αντίδρασης Cu-ούχων διαλυμάτων με το FeS στο σφαλερίτη. Μια τέτοια αντίδραση μπορεί να προεκταθεί και σε άλλες σιδηρούχες ορυκτές φάσεις που έχουν αποτεθεί στα πρώτα στάδια μιας παραγενετικής σειράς, όπως σιδηροπυρίτης, τετραεδρίτης κ.ά.

Δύο πιθανές αντιδράσεις που μπορεί να οδηγήσουν στη δημιουργία του ιστού της «ασθένειας του χαλκοπυρίτη» που περιγράφηκε παραπάνω είναι οι εξής:



sp = σφαλερίτης

sln = solution (διάλυμα)



όταν συνυπάρχουν σιδηροπυρίτης με το σφαλερίτη. Αποτέλεσμα της δεύτερης εξίσωσης είναι η παρουσία ιστών αντικατάστασης του σιδηροπυρίτη από χαλκοπυρίτη ταυτόχρονα με τη μεταβολή του FeS σφαλερίτη.

### Συμπεράσματα

Οι σφαλερίτες του μεταλλεύματος Pb-Zn της Ολυμπιάδας της Ανατολικής Χαλκιδικής παρουσιάζουν τον ιστό που έχει αποκληθεί από τον Barton (1978) «ασθένεια του χαλκοπυρίτη». Ο χαλκοπυρίτης σχηματίζεται μετά την απόθεση του σφαλερίτη και απαντά κατά μήκος μικροδιακλάσεων ή ορίων επαφής μεταξύ κρυστάλλων σφαλερίτη (Εικ. 1, 2) προκαλώντας ταυτόχρονα πτώση του περιεχομένου FeS στο σφαλερίτη (Εικ. 2). Μία τέτοια λεπτομερής ιστολογική σχέση μεταξύ σφαλερίτη και χαλκοπυρίτη είναι φανερό ότι μπορεί να δημιουργεί προβλήματα ανάκτησης του χαλκού από το συμπύκνωμα του ψευδαργύρου.

### **Ευχαριστήριο**

Θάθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στο Δρ. Μ. Νικολάου της ΑΕΧΠΑ και τους γεωλόγους των μεταλλείων της Ολυμπιάδας και Μαντέμ Λάκκου για τις συζητήσεις και την ξενάγηση στα μεταλλεία. Επίσης το Δρ Γ. Οικονόμου για τις αναλύσεις στο μικροαναλυτή.

### **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- BARTON P. B. Jr. - BETHKE P. M. & ROEDDER E.** 1977. — Environment of Ore Deposition in the Creede Mining District, San Juan Mountains, Colorado. — Part III. Progress towards interpretation of the chemistry of the oreforming fluid for the OH vein. — *Econ. Geol.*, 72, 1-24.
- HUTCHINSON M. N. & SCOTT S. D.** 1981. — Sphalerite geobarometry in the Cu-Fe-Zn-S system. — *Econ. Geol.*, 76, 143-157.
- ΚΑΛΟΓΕΡΟΠΟΥΛΟΣ S. I.** 1982. — Chemical sediments in the hanging wall of volcanogenic massive sulfide deposits. — Unpubl. Ph. D. thesis, of Toronto, Toronto, Ontario, Canada.
- WIGGINS L. B. & GRAIG J. R.** 1980. — Reconnaissance of the Cu-Fe-Zn-S system: Sphalerite Phase Relationships. — *Econ. Geol.*, 75, 741-751.