

ΕΚΤΑΚΤΟΣ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 16ΗΣ ΜΑΪΟΥ 1989

ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΣΟΛΩΝΟΣ ΚΥΔΩΝΙΑΤΟΥ

ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΑ ΑΕΡΙΑ
ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΕΝΔΟΓΗΙΝΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΕΩΣ
ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΕΣ ΕΝΤΥΠΩΣΙΑΚΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΩΝ

ΟΜΙΛΙΑ ΤΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΤΙΚΟΥ Κ. ΛΟΥΚΑ ΜΟΥΣΟΥΛΟΥ

Καθοριστικός παράγοντας τῆς ἐρεῦνης γιὰ ἀναζήτηση μεταλλευτικῶν ἢ ἄλλων κοιτασμάτων εἶναι ὁ τρόπος γενέσεώς των. Τέτοια κοιτάσματα ἀποτελοῦν ἀνωμάλους συγκεντρώσεις μέσα στὸ φλοιὸ τῆς Γῆς καὶ ἡ πλήρης κατανόηση τοῦ τρόπου γενέσεώς των ἀπαιτεῖ διεκρίνηση τῆς προελεύσεως τῶν ὕλικῶν ποὺ τὰ συνιστοῦν, τῶν μηχανισμῶν συλλογῆς καὶ μεταφορᾶς τῶν ὕλικῶν τούτων, τῶν νόμων ποὺ ἐλέγχουν τὸν ἐντοπισμὸ των κ.λπ.

Στὴν ὁμιλία αὐτὴ θὰ ἀσχοληθοῦμε μὲ τὴν περίπτωση τῶν κοιτασμάτων τῶν ὑγρῶν καὶ αερίων ὕδρογονανθράκων, μὲ ἄλλους λόγους μὲ τὰ κοιτάσματα πετρελαίου καὶ φυσικοῦ αερίου. Συγκεκριμένα, θὰ προσπαθήσουμε νὰ παρουσιάσουμε ὀρισμένες ἐξελίξεις ποὺ σημειώθηκαν κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη στὶς θεωρίες ἀναφορικὰ μὲ τὴ γένεση τῶν ὡς ἄνω κανσίμων, ποὺ, ὅπως ὅλοι γνωρίζουμε, ἔχουν σήμερα τεράστια οἰκονομικὴ καὶ πολιτικὴ σημασία. Στὴ συνέχεια θὰ ἐπιχειρήσουμε νὰ σκιαγραφήσουμε τὶς σημαντικότερες πιθανὲς ἐπιπτώσεις τῶν ἐξελίξεων αὐτῶν καὶ θὰ τεματίσουμε μὲ μιὰ σύντομη ἀναφορὰ στὶς ἐρευνες γιὰ ὕδρογονάνθρακες μέσα στὸν ἑλληνικὸ χῶρο.

* * *

Τὸ πρόβλημα τῆς προελεύσεως τῶν ὑγρῶν καὶ αερίων ὕδρογονανθράκων καὶ

τῆς γενέσεως τῶν κοιτασμάτων τούτων ἀνέκυψε ἀπὸ τὰ πρῶτα βήματα τῆς σύγχρονης γεωλογικῆς ἐπιστήμης. Ἰδιαίτερα γιὰ τὸ πετρέλαιο τὰ ἐρωτήματα πού ἐξ ἀρχῆς τέθηκαν εἶναι: Ἐκ ποῦ τὸ πετρέλαιο προέρχεται; Πότε καὶ πῶς σχηματίστηκε; Ποῦ θὰ πρέπει νὰ ἀναζητοῦνται τὰ κοιτάσματά του; Τέλος, τὰ κοιτάσματα τοῦ πετρελαίου ἀνανεώνονται, ὅπως συμβαίνει π.χ. μὲ τὴν περίπτωση τοῦ ὕδατος, ἢ παρουσιάζονται ὡς συγκεντρώσεις πεπερασμένων ἀποθεμάτων;

Ἐκ τῶν ἐρωτημάτων αὐτῶν, τὸ τελευταῖο εἶναι τὸ μόνον ποῦ φαίνεται νὰ μπορεῖ νὰ ἀπαντηθῆι μὲ σχετικὴ βεβαιότητα. Πράγματι, ἡ ἐκμετάλλευση δείχνει ὅτι τὰ κοιτάσματα ἐξαντλοῦνται καὶ μάλιστα ταχέως. Ἐνδείξεις περὶ ἀνανεώσεως δὲν ὑπάρχουν ἀλλὰ καὶ δὲν μπορεῖ νὰ ἀποκλεισθῆι κατηγορηματικὰ μιὰ τέτοια ἀνανέωση, ἢ ὁποία ὅμως λαμβάνει χώρα μὲ πολὺ βραδύτερον ρυθμὸν ἀπ' ὅ,τι ἡ ἐκμετάλλευση.

Σὲ ὅ,τι ἀφορᾷ τὸ ἐρώτημα ἀπὸ ποῦ τὸ πετρέλαιο προέρχεται, δύο ἀντίπαλες θεωρίες προβλήθηκαν ἀπὸ τὴν ἀρχή: Ἡ ὀργανικὴ προέλευση πού προτάθηκε ἀπὸ τὸν Lesquereaux καὶ ὑποστηρίχθηκε ἀπὸ τοὺς Hunt, Kremer, Engler κ.λπ. καὶ ἡ ἀνόργανη προέλευση μὲ τὴν ὁποία συνδέονται μεγάλες ἐπιστημονικὲς προσωπικότητες ὅπως οἱ Berthelot, Daubré, Mendéleef, Moissan. Στὴν ἀρχὴ ὑπῆρξε μεγάλη διαμάχη περὶ τῶν δύο αὐτῶν θεωριῶν. Ταχέως ὅμως ἄρχισε νὰ ὑπερισχέει ἡ ὀργανικὴ θεωρία, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ ἔχει ὀλοσχερῶς ἐπιβληθῆι, χωρὶς ἐν τούτοις νὰ ἔχει ἐγκαταλειφθῆι τελείως ἢ μὴ ὀργανικὴ θεωρία. Κατὰ τὴν τελευταία δὲ 10ετία ἡ θεωρία αὐτὴ φαίνεται νὰ ἐπανέρχεται καὶ νὰ συγκεντρώνει ἔντονον ἐνδιαφέρον.

Προτοῦ ὅμως προχωρήσουμε σὲ περισσότερες λεπτομέρειες ἐπὶ τοῦ θέματος αὐτοῦ, θεωροῦμε σκόπιμον νὰ προβάλλουμε τίς διαφορὰς πού χαρακτηρίζουν τίς δύο αὐτὲς θεωρίες.

Σύμφωνα μὲ τὴν θεωρίαν ὀργανικῆς προελεύσεως, θεωρεῖται πολὺ πιθανόν, ὅτι τὸ πετρέλαιο εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα τῆς ἀποσυνθέσεως ζωικῶν καὶ φυτικῶν ὀργανισμῶν πρὸς ζοῦν μέσα στὸ ὕδωρ. Τέτοιοι ὀργανισμοὶ ἰδιαίτερα μικροσκοπικοί, ἀπαντοῦν σὲ τεράστιες ποσότητες μέσα στὶς θάλασσες. Μέγα μέρος τούτων πλέει ἐπὶ ἢ πλησίον τῆς ἐπιφανείας (ζωοπλακτὸν καὶ φυτοπλακτὸν). Καί, διὰ τῆς διαδικασίας τῆς φωτοσυνθέσεως ὑπὸ τὴν ἐπίδραση τῆς ἡλιακῆς ἐνέργειας, συμβάλλει στὴν παραλαβὴν ἄνθρακα ἀπὸ τὸ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος τῆς ἀτμόσφαιρας. Γενικῶς πιστεύεται ὅτι μετὰ τὸ θάνατό των οἱ ὀργανισμοὶ αὐτοὶ σιτισσώρονται στὸν πυθμένα τῆς θαλάσσης, ὅπου καλύπτονται ἀπὸ ἰζήματα. Καὶ σὲ κάποιον μεταγενέστερον στάδιον τῆς ἱστορίας των, τὸ χημικῶς ἀσταθὲς μέρος τοῦ σώματός των μετατρέπεται σὲ ὕδρογονάνθρακες. Ἔτσι, σύμφωνα μὲ τὴν ὀργανικὴν θεωρίαν, ἢ ὁποία καλεῖται ἐπίσης βιολογικὴ θεωρία, τὰ συστατικὰ τῶν ὕδρογονανθράκων, καὶ ἰδιαίτερα ὁ ἄνθρακας, προέρχονται ἀπὸ τὴν ἀτμόσφαιραν.

Τελείως αντίθετη άποψη ύποστηρίζεται από τή δεύτερη θεωρία, πού χαρακτηρίζεται ως άνόργανη ή μη βιολογική θεωρία. Κατ' αὐτήν οί ύδρογονάνθρακες προέρχονται από τὰ βάθη τῆς Γῆς καί σχηματίσθηκαν από ύλικά πού ένσωματώθηκαν έντός αὐτῆς κατά τήν πορεία τῆς γενέσεώς της. Οί πρώτοι ύποστηρικτές τῆς άνοργάνου θεωρίας βασίστηκαν στό γεγονός ότι οί ύδρογονάνθρακες μεθάνιον, αϊθάνιον κ.λπ. παρασκευάζονται εύκολα στό εργαστήριο από άνόργανα ύλικά. Καί ξεκινώντας από τὰ δεδομένα αὐτά καί τίς τότε γνώσεις πάνω στη γένεση καί τή σύσταση τῆς Γῆς οί πρώτοι αὐτοί έρευνητές έπρότειναν διάφορες διαδικασίες σχηματισμοῦ ύδρογονανθράκων. Έτσι, ό Berthelot π.χ. ξεκινά από τήν παρουσία έλευθέρων άλκαλιων στό γήινο πυρήνα καί δέχεται τήν παραγωγή ύδρογονανθράκων διά μέσου μιᾶς σειρᾶς αντιδράσεων τών μετάλλων τούτων μετά τοῦ διοξειδίου τοῦ άνθρακος καί τοῦ ύδατος, τὰ όποια άμφοτέρα προέρχονται από τήν έπιφάνεια.

Από τὰ παραπάνω, φαίνεται καθαρά ή άδυναμία τών στοιχείων καί τών συλλογισμῶν βάσει τών όποίων άρχικῶς διαμορφώθηκε ή θεωρία τῆς άνοργάνου προελεύσεως. Καί αὐτό εξηγεί τό ότι ταχέως υπερίσχυσε καί επιβλήθηκε ή βιολογική θεωρία. Έκτοτε όμως τὰ πράγματα άλλαξαν. Κατά τὰ τελευταία ιδίως χρόνια σημαντικά νέα στοιχεία προέκυψαν, ιδιαίτερα σέ ό,τι άφορᾶ τίς γνώσεις μας επί τῆς συστάσεως τῆς Γῆς. Παλαιότερα επικρατοῦσε ή άποψη ότι ή Γῆ σχηματίστηκε ως μιᾶ τετηγμένη πύρινη σφαίρα, πού ψύχθηκε βραδέως έτσι ώστε δημιουργήθηκε ένας έξωτερικός στερεός φλοιός. Κάτω από τέτοιες συνθήκες δέν μπορούσε βέβαια νά ύποστηρικτε εύκολα ό έγκλωβισμός στα βάθη της ύλικῶν από τὰ όποια νά μπορούν νά προκύψουν ύδρογονάνθρακες. Τώρα όμως γνωρίζουμε μετά βεβαιότητας ότι ή Γῆ σχηματίστηκε από στερεά ύλη. Από πρόσφατες δέ διαστημικές έρευνες γνωρίζουμε επίσης ότι οί ύδρογονάνθρακες άφθονοῦν στό πλανητικό μας σύστημα. Καί κάτω από τέτοιες συνθήκες μπορούμε βεβαίως νά δεχθοῦμε ότι ύδρογονάνθρακες έχουν εγκλωβιστεῖ σέ μεγάλες ποσότητες κατά τό σχηματισμό τῆς Γῆς. Καί ή ανέξοδός των θά πρέπει νά άποτελεῖ τήν κυριότερη πηγή τῆς τεράστιας ποσότητας άνθρακος πού ύπάρχει εις τήν έπιφάνεια καί τὰ ιζήματα τοῦ πλανήτη μας. Η ποσότητα δέ αὐτή εἶναι άσυλλήπτως μεγαλύτερη από εκείνη πού θά μπορούσε νά προέλθει από τή διάβρωση καί άποσύνθεση τών πετρωμάτων τῆς λιθοσφαιρας.

Στήν παραπάνω άποψη θά μπορούσε νά προβληθεῖ ως αντίρρηση ή αστάθεια τών ύδρογονανθράκων σέ θερμοκρασίες πού αντιστοιχοῦν σέ βάθη πέραν τών 10 έως 15 km. Στο έσωτερικό όμως τῆς Γῆς δέν έχουμε μόνο ύψηλές θερμοκρασίες αλλά ταυτόχρονα καί ύψηλές πιέσεις. Καί έχει τελευταίως διαπιστωθεῖ ότι ή σταθερότητα τών ύδρογονανθράκων επηρεάζεται έντονα από τήν πίεση, μετά τῆς όποίας καί αὐξά-

ρει. Κατὰ ταῦτα δὲν μπορεῖ νὰ ἀποκλεισθεῖ ἡ παρουσία ἐγκλωβισμένων ὑδρογονανθράκων στὰ βάθη τῆς γήινης σφαίρας.

* * *

Ἄπ' ὅσα παραπάνω μὲ συντομία ἐκτίθενται γίνεται ἀντιληπτὸ γιατί ἡ θεωρία τῆς ἀνοργάνου προελεύσεως ἐπανέρχεται στὸ προσκήριο καὶ κερδίζει ἔδαφος κατὰ τὰ τελευταῖα χρόνια.

Στὴν πραγματικότητα ἡ θεωρία αὐτὴ εἶχε ἐγκαταλειφθεῖ σχεδὸν τελείως μόνον στὴ Δύση. Διατηρήθηκε ὅμως ζωντανὴ στὴ Ρωσικὴ Σχολὴ ὅπως μαρτυρεῖ μιὰ πλούσια σχετικὴ βιβλιογραφία. Ὁ Sokoloff (1889) σημειώνει τὴν παρουσία πετρελαίου καὶ πίσσας μέσα σὲ κρυσταλλικὰ πετρώματα καὶ ὑποστηρίζει ἀνόργανη προέλευση. Ἀργότερα ὁ V. Vernadsky (1933), ὑποστηρικτῆς τῆς θεωρίας ἀνοργάνου προελεύσεως, προβάλλει τὴ σταθερότητα τῶν ὑδρογονανθράκων, ὑπὸ τὶς συνθῆκες πίεσεως ποὺ ἐπικρατοῦν στὰ μεγάλα βάθη καὶ δέχεται τὴν ἐκεῖθεν κατ' εὐθείαν προέλευσίν των. "Ὁλως ἰδιαίτερον ἐνδιαφέροντος εἶναι οἱ ἐργασίες τοῦ Kudryavtsev (1959). Ὁ συγγραφέας αὐτὸς ἀναφέρει πλῆθος περιπτώσεων ὅπου σημαντικὲς καὶ συχνὰ ἐμπορικὲς ποσότητες πετρελαίου ἐντοπίσθηκαν ἐντὸς κρυσταλλικῶν ἢ μεταμορφικῶν πετρωμάτων, καθὼς ἐπίσης καὶ ἐντὸς ἰζημάτων, ποὺ ὑπέρχονται κατ' εὐθείαν τέτοιων πετρωμάτων. Σχετικὰ παραδείγματα ἀπαντοῦν στὶς πετρελαιοφόρες περιοχὲς τοῦ Kansas, τῆς Καλιφόρνιας, τῆς Ἀντικῆς Βενεζουέλας καὶ τοῦ Μαρόκου. Ὁ Kudryavtsev παρατηρεῖ περαιτέρω ὅτι συγκεντρώσεις πετρελαίου μέσα σὲ ἰζηματογενῆ πετρώματα εἶναι συχνὰ σὲ σχέση μὲ ρήγματα μέσα στὸ ὑποκείμενο κρυσταλλικὸ ἢ μεταμορφικὸ ὑπόβαθρο. Ὡς παράδειγμα τῆς περιπτώσεως αὐτῆς ἀναφέρει τὴν πετρελαιοφόρο λεκάνη *Lost Soldier* στὸ *Wyoming* ὅπου, κατὰ τὸ συγγραφέα, ἀπαντοῦν συγκεντρώσεις πετρελαίου σὲ κάθε ὀρίζοντα τῆς στρωματογραφικῆς σειρᾶς ποὺ ἀρχίζει μὲ ψαμμίτες τοῦ Καμβρίου πάνω στὸ κρυσταλλικὸ ὑπόβαθρο καὶ συνεχίζει μέχρι τὸ Ἀνώτερο Κρητιδικό. Ποῦ δὲ πετρελαίου, χωρὶς ὅμως οἰκονομικὴ σημασία, ἔχει διαπιστωθεῖ καὶ ἐντὸς αὐτοῦ τούτου τοῦ ὑποβάθρου.

Ὁ Kudryavtsev σημειώνει ἐπίσης ὅτι δὲν εἶναι σπάνια ἡ παρουσία ἀερίων μέσα στὰ πυριγενῆ καὶ μεταμορφικὰ πετρώματα τοῦ *Canadian Shield*. Παρατηρεῖ ὅτι πετρέλαιο συναντᾶται μέσα στοὺς προκάμβριους γενεσίους στὶς γεωτρήσεις τῆς δυτικῆς ἀκτῆς τῆς λίμνης *Baikal*. Ἰσχυρίζεται, τέλος, ὅτι πετρέλαιο παρουσιάζεται σὲ μικρὲς ποσότητες μέσα σὲ ὅλους τοὺς ὀρίζοντες ποὺ βρίσκονται κάτω ἀπὸ κάθε κοίτασμα πετρελαίου ἀνεξαρτήτως τῆς συστάσεως τῶν ἐκάστοτε πετρωμάτων. "Ὁμως, ἐμπορικῆς σημασίας συγκεντρώσεις ἀναπτύσσονται μόνον ἐκεῖ ὅπου διαπερατοὶ ὀρί-

ζοντες καλύπτονται από αδιαπέρατα πετρώματα. Πρόκειται περί απόψεως γνωστής ως «κανών του Kudryavtsev».

Ἐκτὸς τῶν ἀνωτέρω, ὁ συγγραφέας αὐτὸς ἐπικαλεῖται καὶ ἄλλα ἐπιχειρήματα πρὸς ἐνίσχυση τῆς θεωρίας τῆς ἐνδογόνιμης προελεύσεως. Ἰδιαιτέρας σημασίας εἶναι ἐκεῖνο πὸν ἀναφέρεται στὶς ἠφαιστειακὰς ἐκρήξεις. Τερᾶστιες στῆλεις φλογῶν συχνὰ συνοδεύουν τὶς ἐκρήξεις μερικῶν ἠφαιστειῶν, φλόγες πὸν φθάνουν ἐνίοτε τὰ 500m. Αὐτὸ συνέβηκε π.χ. κατὰ τὴν ἐκρηξη τοῦ ἠφαιστείου Μεγαρί στῆ Σουμάτρα, τὸ 1932. Οἱ μεγάλες ποσότητες ἀερίων, κυρίως μεθανίου, πὸν ἐκλύονται κατὰ τὶς ἐκρήξεις αὐτές, δὲν μποροῦν νὰ ἀποδοθοῦν σὲ τυχὸν παρέμβαση οἰασδήποτε συγκεντρώσεως ὕδρογονανθράκων. Μιὰ τέτοια συγκέντρωση, ὅσο ὀγκώδης καὶ ἂν εἶναι, θὰ εἶχε ἐξαντληθεῖ ταχέως καὶ ἡ ἠφαιστειακὴ δραστηριότητα θὰ ἦταν ἀναγκαστικὰ μικρᾶς διαρκείας. Αὐτὸ ὅμως εἶναι τελείως ἀντίθετο μὲ τὶς παρατηρήσεις πὸν δεικνύουν περιόδους δραστηριότητας πολὺ μακρᾶς διαρκείας κατὰ τὴν ὁποία λαμβάνουν χώρα πολυάριθμες διαδοχικὰς ἐκρήξεις.

Ἄλλοι Ρῶσοι ἐρευνητὲς πὸν ἀσχολήθηκαν, μετὰ τὸν Kudryavtsev, μὲ τὸ θέμα τῆς προελεύσεως τῶν ὕδρογονανθράκων εἶναι οἱ Levin, Karvtsov, Kropotkin κ.λπ. Ὁ Levin (1969) σημειώνει τὴν παρουσία ὀργανικῶν ἐνώσεων στῆ σύσταση ὀρισμένων μετεωριτῶν καὶ θεωρεῖ βέβαιο ὅτι ἀνάλογοι ἐνώσεις εὐρίσκοντο ἐπίσης στὰ ὕλικά ἐκ τῶν ὁποίων σχηματίστηκε ἡ Γῆ. Ὁ Karvtsov (1975) ἐπιτυγχάνει τὴν πειραματικὴν σύνθεση ὕδρογονανθράκων ἀπὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακος καὶ ὕδρογόνο, παρουσιάζει ἐνδιαφέρουσες παρατηρήσεις σὲ ὅ,τι ἀφορᾷ τὴν ἔκταση φυσικῆς ἐκλύσεως μεθανίου, ἀναφέρει πολυάριθμα παραδείγματα τοῦ κανόνα Kudryavtsev καὶ τάσσεται ἀνεπιφύλακτα ὑπὲρ τῆς θεωρίας τῆς ἐνδογόνιμης προελεύσεως. Τέλος, οἱ Kropotkin καὶ Valyaren (1976) ἀναλύουν ἀπὸ πολλὰς πλευρὰς τὸ θέμα καὶ καταλήγουν στὸ συμπέρασμα ὅτι, τὰ κοιτάσματα πετρελαίου σχηματίστηκαν ὅπου οἱ συνθῆκες πίεσεως ἐπέτρεψαν τὴν συμπίκνωση βαρέων ὕδρογονανθράκων πὸν μεταφέρονται ἀπὸ μεγάλα βάθη μέσα σὲ ταχέως ἀνερχόμενο ρεῦμα ἀερίων ὑπὸ πίεση. Στὶς ἠφαιστειογενεῖς περιοχὰς ἡ διάσπαση τῶν οὕτω ἀνερχομένων ὕδρογονανθράκων σὲ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακος καὶ ὕδωρ εὐνοεῖται. Σὲ ἄλλες περιοχὰς, ὅπου τέτοια διάσπαση δὲν λαμβάνει χώρα, μποροῦν νὰ προκύβουν συγκεντρώσεις, ἐφ' ὅσον ὑπάρχουν οἱ κατάλληλες συνθῆκες κυκλοφορίας, ἀποθηκεύσεως καὶ συγκρατήσεως.

Ἐδῶ θὰ πρέπει νὰ γίνῃ μνεία καὶ γιὰ τὴν κάπως διαφορετικὴ ἀντίληψη πὸν πρόσφατα ἐξέφρασε ὁ Voronov (1984), ὁ ὁποῖος σὲ ὅ,τι ἀφορᾷ τὴν παραγωγή πετρελαίου δέχεται μὲν ἐνδογενὴ προέλευση ὕδρογονανθράκων, ἀλλὰ τὴν συνδυάζει μὲ τὴν παρουσία ὀργανικοῦ ὕλικοῦ. Κατὰ τὸ συγγραφέα τοῦτο, ὁ κυριότερος τρόπος παραγωγῆς τοῦ πετρελαίου εἶναι ἡ κινητοποίηση τοῦ ἄνθρακος τῶν ὀργανικῶν ὕλι-

κῶν, πού βρίσκονται μέσα στα πετρώματα, ὑπό αερίων ὑδρογονανθράκων βαθείας προελεύσεως. Τὸ ἐκ τοῦ βάθους προερχόμενο μεθάνιο προκαλεῖ τὴν ὑδρογόνωση τῶν ὑλικῶν τούτων καὶ ἐκ τῶν προϊόντων τῆς ὑδρογονώσεως αὐτῆς προέρχεται τὸ πετρέλαιο. Σὲ στρώματα, ὅπου τὸ ὀργανικὸ ὑλικὸ λείπει ἢ εἶναι ἀνεπαρκές, μπορούμε νὰ ἔχουμε αερίων μορφῆς ὑδρογονάνθρακες ἢ συμπυκνώματα τούτων. Ὅπου ὁμως ὑπάρχει ἄφθονο ὀργανικὸ ὑλικό, παράγεται πετρέλαιο καὶ μπορούν νὰ σχηματισθοῦν κοιτάσματα τούτου.

Ἀντίθετα μὲ ὅ,τι συνέβηκε στὴ Ρωσσία, ἡ θεωρία τῆς ἐνδογίνης προελεύσεως ἐγκαταλείφθηκε, ὅπως ἤδη ἀναφέραμε, σχεδὸν ὀλοσχερῶς, σ' ὅλες τὶς Ἀντικὲς Χῶρες. Ἀπὸ ὀγδόντα καὶ πλέον χρόνια, τὰ δημοσιεύματα ὑπὲρ τῆς ἐνδογίνης θεωρίας στὴ Ἀντικὴ βιβλιογραφία εἶναι σπάνια καὶ χωρὶς ἰδιαίτερη σημασία. Ἐξαιρέση ἀποτελοῦν οἱ ἐργασίες τοῦ *Sir Robert Robinson* (1963, 1966). Οἱ ἔργονές του ἐπὶ τῆς χημικῆς συστάσεως τοῦ πετρελαίου, τὸν ὀδηγοῦν στὸ συμπέρασμα ὅτι τοῦτο εἶναι γενικῶς πολὺ πλουσιότερο σὲ ὑδρογόνο καὶ πολὺ ὀλιγότερο ὀξειδωμένο, ἀπ' ὅ,τι θὰ ἀναμενόταν ἐὰν προερχόταν ἀπὸ φυτικὲς οὐσίες. Καὶ βασιζόμενος στὴ χημικὴ αὐτὴ σύσταση, προβάλλει τὴν ἰδέα τοῦ σχηματισμοῦ ἀπὸ πλούσιο σὲ ὑδρογόνο ἀρχικὸ ὑλικό, πὸν ρυπάνθηκε μεταγενέστερα ἀπὸ βιολογικὲς οὐσίες. Σχετικὲς ἐργαστηριακὲς ἐρευνες φαίνονται νὰ ἐπισχῶν τὴν ἀντίληψη αὐτή. Ὅλος δὲ τελευταίως, τὸ 1987, κυκλοφόρησε ὑπὸ τὸν τίτλο «*Power from the Earth*» ἓνα πολὺ ἐνδιαφέρον βιβλίον τοῦ καθηγητῆ *Thomas Gold*, ὅπου παρουσιάζεται καὶ συζητεῖται, σὲ ὅλες τῆς τὶς πτυχές, ἡ θεωρία τῆς ἐνδογίνης προελεύσεως καὶ προβάλλονται ἐπιχειρήματα μὲ τὰ ὁποῖα ὑποστηρίζεται ἡ δυνατότητα ἐξασφαλίσεως μιᾶς ἀστείρευτης σχεδὸν πηγῆς ἐνεργείας ὑπὸ μορφὴ φυσικοῦ αερίου, πὸν προέρχεται ἀπὸ τὰ βάθη τοῦ πλανῆτη μας.

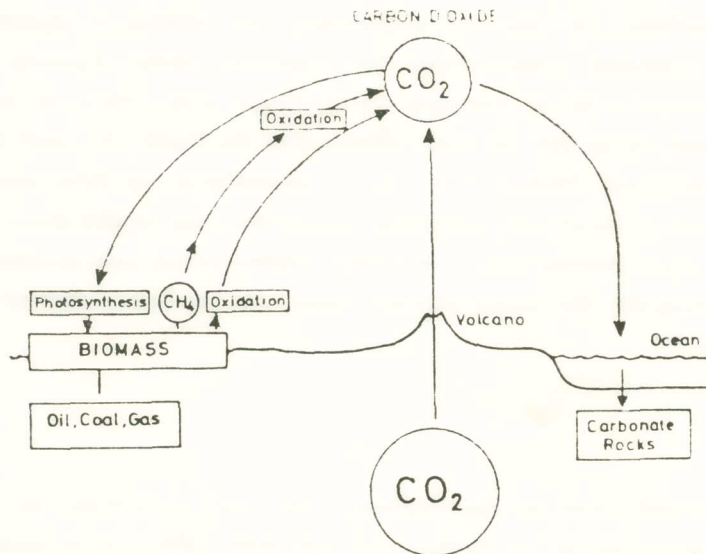
* *

Θὰ προσπαθήσουμε νὰ παρουσιάσουμε ἐδῶ, πολὺ συνοπτικά, τὶς κυριότερες ἀπὸ τὶς παρατηρήσεις καὶ τὶς ἀπόψεις τοῦ καθ. *Gold* καθὼς καὶ τὰ συμπεράσματα στα ὁποῖα καταλήγει:

Τὸν καθ. *Gold* προβληματίζει κατ' ἀρχὰς ἡ προέλευση τοῦ ἄνθρακα ἐπὶ τῆς Γῆς. Ἡ ὀλικὴ ποσότητα τοῦ στοιχείου τούτου, πὸν ἀπαντᾷ κατανεμημένη στὴν ἀτμόσφαιρα, τοὺς ὀκεανούς καὶ τὰ ἰζήματα, ὀπολογίζεται ὅτι ὑπερβαίνει τὰ 20 kg/cm². Τὸ μέγιστο μέρος εἶναι μέσα στα ἰζήματα ὑπὸ μορφὴ ἀνθρακικῶν ἐνώσεων *Ca* καὶ *Mg* πὸν σχηματίστηκαν μὲ παραλαβὴ *CO*₂ ἀπὸ τὴν ἀτμόσφαιρα διὰ τῆς ὀδοῦ τῆς διαλύσεως τούτου στοὺς ὀκεανούς καὶ τῆς ἐν συνεχείᾳ κατακορημνίσεως κατόπιν ἀντι-

δράσεως με τὸ Ca καὶ τὸ Mg. Ἡ ποσότητα ὁμοῦ τοῦ C στὴν ἀτμόσφαιρα, ὀλόκληρη σχεδὸν ὑπὸ μορφή CO_2 , ὑπολογίζεται σὲ $0,12 \text{ g/cm}^2$ ἔναντι $7,8 \text{ g/cm}^2$ στοὺς ὠκεανούς. Εἴμεθα λοιπὸν ὑποχρεωμένοι νὰ δεχθοῦμε κάποια προσαγωγή ἄνθρακα γιὰ νὰ ἐξηγήσουμε τὴν περίσσεια τοῦ στοιχείου τούτου ἐπὶ καὶ κοντὰ στὴν ἐπιφάνεια τῆς Γῆς. Καὶ ἡ προσαγωγή αὐτὴ δὲν μπορεῖ παρὰ νὰ ἐκπηγάξει ἀπὸ τὰ βάθη τῆς Γῆς, ὅπου θὰ πρέπει νὰ ὑπάρχει ἄνθρακας ὑπὸ κάποια μορφή.

Τίθεται ἀμέσως τὸ ἐρώτημα ποία εἶναι ἡ μορφή αὐτή. Θὰ μπορούσαμε βεβαίως νὰ δεχθοῦμε ὅτι ὁ ἄνθρακας ἀνέρχεται ἀπὸ τὰ βάθη ὡς CO_2 . Ὑπὸ τὴ μορφή αὐτὴ φθάνει στὴν ἀτμόσφαιρα καὶ ἐκεῖθεν μεταφέρεται στὰ ἰζήματα καὶ τὴ βιομάζα διὰ τῆς διαδικασίας τῆς φωτοσυνθέσεως σύμφωνα με τὶς λεπτομέρειες τοῦ διαγράμματος 1. Ἄλλη ὁμοῦ εἶναι ἡ ἄποψη τοῦ καθηγητῆ Gold, ὁ ὁποῖος, γιὰ νὰ δώσει ἀπάντηση στὸ τιθέμενο ἐρώτημα, καταφεύγει στὶς τελευταῖες γνώσεις μας ἐπὶ τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος ἀπὸ τὶς ὁποῖες ἀντλεῖ τὰ κατωτέρω:



Σχ. 1. Γεωχημικὸς κύκλος τοῦ ἄνθρακα στὴν περίπτωση τῆς ὑποθέσεως ἀνεξόδου του ἀπὸ τὰ βάθη τῆς Γῆς ὑπὸ μορφή CO_2 .

Ὁ ἄνθρακας ἀφθονεῖ στὸ ἡλιακὸ μίγμα ὅπου κατέχει τὴν τέταρτη, ἀπὸ ἀπόψεως ποσότητας, θέση μετὰ τὸ ὕδρογόνο, τὸ ἥλιο καὶ τὸ ὀξυγόνο. Ἡ δὲ παρουσία του στοὺς πλανῆτες τοῦ ἡλιακοῦ μας συστήματος ἐπηρεάζεται ἀπὸ τὴν ἀπόσταση αὐτῶν ἀπὸ τὸν ἥλιο. Ἔτσι ὁ ἄνθρακας εἶναι ἀφθονότερος στοὺς ἐξωτερικοὺς πλανῆτες (Ζεὺς,

Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδών, κ.λπ.) και παρουσιάζεται στην ατμόσφαιρά των, κυρίως υπό μορφή υδρογονανθράκων. Στην ατμόσφαιρα π.χ. του Τιτάνα, δορυφόρου του Ποσειδώνος, ο άνθρακας βρίσκεται υπό μορφή μεθανίου (CH_4) και αιθανίου (C_2H_6). Η θερμοκρασία δὲ πού επικρατεῖ ἐκεῖ εἶναι βεβαίως πολὺ χαμηλὴ λόγω τῆς μεγάλης ἀποστάσεως ἀπὸ τὸν ἥλιο, ἔτσι ὥστε τὸ μίγμα μεθανίου-αιθανίου νὰ βρίσκεται σὲ ὑγρὰ καὶ ἀέριο κατάσταση. Διάφοροι εἶναι οἱ παρατηρήσεις πού προέρχονται ἀπὸ τὸν πλανήτη Ἀφροδίτη πού εἶναι ὁ ἐγγύτερος πρὸς τὴ Γῆ. Ἡ ατμόσφαιρα τοῦ πλανήτη τούτου ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ CO_2 καὶ δὲν ἔχει ἀκόμη διαπιστωθεῖ παρουσία υδρογονανθράκων μέσα σὲ αὐτήν. Τὸ ἴδιο ἰσχύει καὶ γιὰ τὴν ατμόσφαιρα τοῦ Ἄρη. Ἔτσι, φαίνεται ὅτι στὶς ατμόσφαιρες τῶν ἐξωτερικῶν πλανητῶν ὁ ἀνθρακας βρίσκεται κυρίως ὑπὸ μορφή υδρογονανθράκων, ἐνῶ ἀντιθέτως στὶς ατμόσφαιρες τῆς Γῆς καὶ τῶν ἐσωτερικῶν πλανητῶν ἀπαντᾷ ὑπὸ μορφή CO_2 , εἶναι δηλαδή ὀξειδωμένοι. Καὶ ὁ συγγραφέας ἐπιχειρεῖ νὰ ἐξηγήσει τὴ σημαντικὴ αὐτὴ διαφορά, δεχόμενος ὅτι στὴν ἐπιφάνεια τῶν τελευταίων επικρατοῦν ὀξειδωτικὲς συνθήκες τὶς ὁποῖες ἀποδίδει στὶς ὑψηλότερες θερμοκρασίες πού επικρατοῦν ἐκεῖ, λόγω μικρότερης ἀποστάσεως τῶν πλανητῶν αὐτῶν ἀπὸ τὸν ἥλιο.

Εἶναι σήμερα παραδεκτὸ ὅτι οἱ μετεωρίτες ἀντιπροσωπεύουν συντρίμματα, τὰ ὁποῖα ξέφυγαν καὶ παρέμειναν ἔξω ἀπὸ τοὺς πλανῆτες κατὰ τὴν πορεία τοῦ σχηματισμοῦ των. Πρόκειται περὶ στερεῶν πού προήλθαν ἀπὸ συμπύκνωση μέσα σ' ἓνα ἀρχικὸ ἠλιακὸ νεφέλωμα, προσοδεντικὰ ψυχόμενο. Ἔτσι, σχηματίσθηκαν δύο τύποι μετεωριτῶν, οἱ ὑψηλῆς καὶ οἱ χαμηλῆς θερμοκρασίας. Οἱ πρῶτοι περιέχουν σίδηρο καὶ ἄλλα μέταλλα, καθὼς καὶ μεταλλικὰ ὀξείδια ἀπὸ τὰ ὁποῖα συνίστανται τὰ συνήθη πετρώματα. Οἱ δεῦτεροι ἀνήκουν στὴν κατηγορίαν τῶν λεγομένων ἀνθρακούχων χονδριτῶν καὶ περιέχουν μέχρι 5% ἀνθρακα, τὸ μέγιστο μέρος τοῦ ὁποῖου εἶναι ἀοξειδωτος ἀνθρακας, κυρίως ὑπὸ μορφή βαρέων ἀρωματικῶν ἀδιαλύτων ἐνώσεων. Περιέχουν ἐπίσης δεσμευμένο ὕδωρ καὶ θερμοαινόμενοι ἀποβάλλουν ἄφθονα πτητικά. Ἀξίζει δὲ νὰ σημειωθεῖ ὅτι, τὰ πλέον πλούσια στοιχεῖα στοὺς ἐν λόγω χονδρίτες ἔχουν μεταξύ των σχέσεις ὅμοιες μὲ ἐκεῖνες πού ἔχουν μέσα στὸ ἀρχικὸ ἠλιακὸ νεφέλωμα.

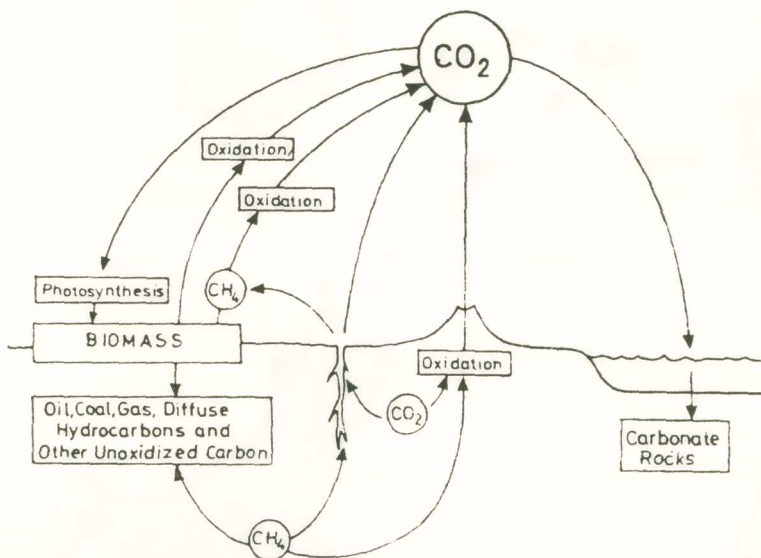
Ἐνάλογοι χονδρίτες ἀπαντοῦν καὶ στοὺς κομήτες πού βρίσκονται κανονικὰ σὲ περιοχὲς χαμηλῶν θερμοκρασιῶν, σὲ μεγάλες ἀποστάσεις ἀπὸ τὸν ἥλιο. Ἐκεῖ παρατηρεῖται ἐπιπροσθέτως χαρακτηριστικὴ παρουσία πάγων ὕδατος, καθὼς καὶ διαφόρων ἄλλων μιγμάτων υδρογόνου, ἀνθρακα, ἀζώτου καὶ ὀξυγόνου. Λεπτομερεῖς μελέτες τοῦ Κομήτη τοῦ Halley, πού ἔγιναν κατὰ τὴ διέλευσή του πλησίον τῆς Γῆς τὸ 1986, διαπίστωσαν τὴν ἔκλυση ἀερίων υδρογονανθράκων.

Ἀξιολογώντας τὰ παραπάνω καὶ ἄλλα στοιχεῖα, πού ἐδῶ παραλείπονται γιὰ

λόγους συντομίας, ὁ συγγραφέας καταλήγει στίς ἐξῆς ἀπόψεις: Ἡ Γῆ σχηματίστηκε ἀπὸ στερεὰ ἀνάλογα μὲ αὐτὰ πὺν συνιστοῦν τοὺς μετεωρίτες, στερεὰ τὰ ὁποῖα ἀναπτύχθηκαν διὰ συμπυκνώσεως μέσα σ' ἓνα ἀρχικὸ ἠλιακὸ νεφέλωμα προοδευτικὰ ψυχόμενον. Ὁ σχηματισμὸς ἄρχισε μὲ τὴν συσσωμάτωση μεταλλικῶν συμπυκνωμάτων, ὅπως αὐτὰ πὺν ἀντιπροσωπεύονται ἀπὸ τοὺς μετεωρίτες ὑψηλῆς θερμοκρασίας. Προέκυψε ἔτσι ἓνας ἀρχικὸς πυρήνας πὺν τελικὰ κατέληξε στὸ σημερινὸ πλανήτη, μὲ τὴν συνεχῆ συσσώρευση τῶν ἐκ τοῦ νεφελώματος προερχομένων στερεῶν. Στὰ τελευταῖα στάδια τοῦ προοδευτικοῦ αὐτοῦ σχηματισμοῦ τὸ προσαγόμενον ὑλικὸ ἦταν, σὲ σημαντικὴ ἔκταση, τοῦ τύπου ἀνθρακούχου χονδρίτη. Αὐτὸ σημαίνει ὅτι ἡ ἐξωτερικὴ περιοχὴ τοῦ γήινου μαρδῦα ἔχει παραλάβει, κατὰ τὴν πορεία τοῦ σχηματισμοῦ της καὶ ἀνθρακοῦχα, πλούσια σὲ πτητικὰ, ὑλικά. Ἐκεῖ ὅπου ἡ συγκέντρωση τέτοιων ὑλικῶν εἶναι ὑψηλὴ, ὑπάρχει δυνατότητα ἀναπτύξεως καὶ συσσωρεύσεως ἀερίων καὶ ὕγρων ὕδρογονανθράκων.

Πράγματι, μὲ τὴν κάλυψή των ἀπὸ τὶς συνεχιζόμενες καταπτώσεις στερεῶν σωμάτων, τὰ ὡς ἄνω ἀνθρακοῦχα ὑλικά βρέθηκαν σὲ μεγάλα βάθη, ὅπου ἐπικρατοῦν ὑψηλὲς θερμοκρασίες καὶ πιέσεις. Κατὰ τὶς συγχρόνους ἐκτιμήσεις, σὲ βάθη 100 ἕως 300 km οἱ θερμοκρασίες κυμαίνονται μεταξὺ 1100 καὶ 2400°C, οἱ δὲ πιέσεις μεταξὺ 30.000 καὶ 100.000 atm. Κάτω ἀπὸ τέτοιες συνθήκες πιέσεως καὶ θερμοκρασίας διευκολύνονται οἱ ἀντιδράσεις μεταξὺ τῶν ἀνθρακούχων συστατικῶν. Οἱ ἀντιδράσεις αὐτὲς ὁδηγοῦν στὴν κατακρήμνιση μονίμου ἄνθρακα καὶ τὴν ἔκλυση μεθανίου, μετ' ἄλλων βαρυτέρων ὕδρογονανθράκων. Προκύπτει ἔτσι ἀέριο μίγμα τὸ ὁποῖο ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ μεθάνιο, πὺν μπορεῖ νὰ μεταναστεύσει πρὸς ὑψηλότερους ὀρίζοντες καὶ νὰ συγκεντρωθεῖ σὲ πρόσφορες θέσεις τοῦ φλοιοῦ, ὅπως π.χ. τὰ πορώδη στρώματα. Πλησίον βεβαίως πρὸς τὴν ἐπιφάνεια τὸ μεθάνιο ὀξειδώνεται καὶ ἐξέρχεται στὴν ἀτμόσφαιρα ὑπὸ μορφή διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος. Ἐκεῖθεν ἓνα μέρος τούτου ἐπανέρχεται στὸ φλοιὸ τῆς Γῆς ὡς ἀνθρακικὰ πετρώματα, διὰ τῆς ὁδοῦ τῆς διαλύσεως καὶ κατακρήμνίσεως μέσα στοὺς ὠκεανοὺς καὶ ἓνα ἄλλο μέρος ἀποτελεῖ πηγὴ τοῦ ἄνθρακα, πὺν παραλαμβάνεται μέσω φωτοσυνθέσεως ἀπὸ τὴν βιομάζα στὴν ἐπιφάνεια τῆς Γῆς. Ἀπὸ τὴν βιομάζα αὐτὴ μποροῦν ἐνδεχομένως νὰ προκύβουν κοιτάσματα πετρελαίου, λιθάνθρακος, φυσικοῦ ἀερίου.

Τὶς παραπάνω ἀπόψεις ὁ καθ. Gold ἐκφράζει παραστατικὰ μὲ τὸ διάγραμμα τῆς Εἰκ. 2, τὸ ὁποῖο προβάλλει τὸν γεωχημικὸ κύκλο τοῦ ἄνθρακα καὶ τῶν παραγῶν του. Θεμελιῶδες στοιχεῖο τοῦ διαγράμματος αὐτοῦ εἶναι ἡ παραδοχὴ ὅτι ὕδρογονάνθρακες καὶ κυρίως μεθάνιο, πὺν ἐκπηγάζουν ἀπὸ τὰ βάθη τῆς Γῆς, συνιστοῦν τὴν κυρία πηγὴ τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος τῆς ἀτμοσφαιρας, στὸ ὁποῖο μεταπίπτουν κατόπιν ὀξειδώσεως. Πρόκειται περὶ στοιχείου ὑψίστης σπουδαιότητος, λό-

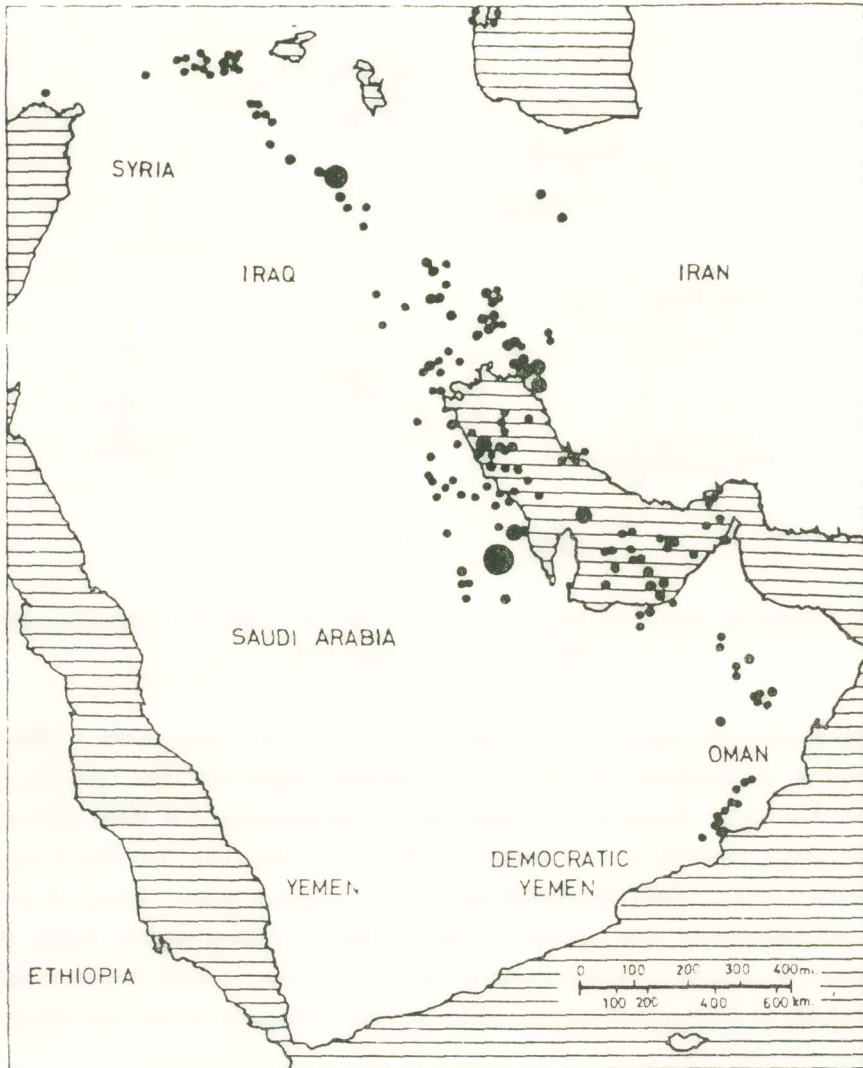


Σχ. 2. Γεωχημικός κύκλος του άνθρακα στην περίπτωση της υπόθεσης ανέξόδου του από τα βάθη της Γης υπό μορφή CH_4 .

γω της οικονομικής σημασίας που μπορεί να έχει. Γι' αυτό ο συγγραφέας αισθάνεται την ανάγκη αναζήτησως και άλλων επιχειρημάτων, πέραν των όσων έχει ήδη αναπτύξει. Καί τέτοια ενισχυτικά της απόψεώς του επιχειρήματα ο κ. Gold βρίσκει σε παρατηρήσεις σχετικές με τη γένεση των αδαμάντων, όπου είναι συνήθης ή παρουσία βιτουμίων και άλλων υδρογονανθράκων. 'Επιχειρήματα βρίσκει επίσης σε φαινόμενα που συνοδεύουν τους μεγάλους σεισμούς, όπως ή έκλυση αερίων. Τέλος, άλλα ισχυρά επιχειρήματα προκύπτουν από τη μελέτη των ήφαιστειακών εκρήξεων λάβας και λάσπης, οι οποίες συνοδεύονται από τεράστιες ποσότητες αερίων που περιέχουν μεθάνιο και υδρογόνο.

* * *

Για περαιτέρω ενίσχυση της απόψεως ενδογήνης προελεύσεως των υδρογονανθράκων, ο καθ. Gold προβαίνει σε μιὰ κριτική συζήτηση των συνθηκών που επικρατούν σε διάφορες ονομαστές πετρελαιοφόρες περιοχές της Γης. Είναι ενδιαφέρον να συνοψισθούν εδώ οι παρατηρήσεις και τὰ συμπεράσματα που συνάγονται στην περίπτωση της περιοχής του Περσικού Κόλπου, ή οποία θεωρείται ότι περιέχει τὸ 60% τῶν γνωστῶν σήμερα ἀποθεμάτων σε μιὰ ἔκταση που μόλις φθάνει τὸ 2% τῆς ἐπιφανείας τοῦ πλανήτη (Σχ. 3).

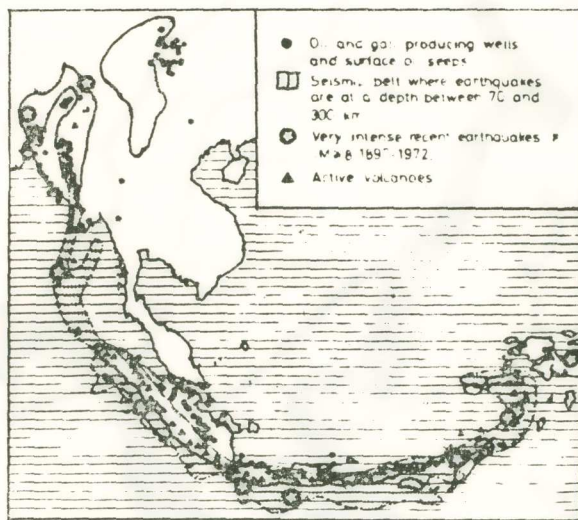


Σχ. 3. Χάρτης τῶν κοιτασμάτων τῆς πετρελαιοφόρου περιοχῆς τῆς Μέσης Ἀνατολῆς.

Τὰ κοιτάσματα πετρελαίου καὶ φυσικοῦ ἀερίου τῆς περιοχῆς αὐτῆς παρουσιάζουν χαρακτηριστικὲς διαφορὲς μεταξύ των. Ἀπαντοῦν μέσα σὲ ποικίλους γεωλογικοὺς σχηματισμούς, ποὺ ἀνήκουν σὲ διαφορετικὲς γεωλογικὲς περιόδους καὶ ἔχουν ὡς καλύμματα μεγάλη ποικιλία πετρωμάτων. Οἱ Kent καὶ Warman (1972) γράφουν σχετικά: «Εἶναι ἀξιοσημείωτο ὅτι ἡ πλουσιότερη στὸν κόσμον πετρελαιοφόρος περιοχή εἶναι πτωχὴ σὲ συμβατικὰ μητρικὰ πετρώματα. Τὸ πετρέλαιο κατανέμεται

σέ κοιτάσματα μεσο-ιουρασιακῆς μέχρι μειοκαινικῆς ἡλικίας. Συνηθέστερα εἶναι τὰ μεσο-κρητιδικῆς. Παρὰ τὴ μεγάλη διαφορὰ ἡλικίας καὶ τὴν πολυμορία πρὸς τὰ χαρακτηριστίζει, παρουσιάζουν μιὰ ἐντυπωσιακὴ ὁμοιότητα εἰς ὅ,τι ἀφορᾷ τὴ χημικὴ σύσταση τοῦ πετρελαίου. Καὶ τοῦτο γεννᾷ τὴν ὑπόνοια ὑπάρξεως μιᾶς κοινῆς γιὰ ὅλα αὐτὰ τὰ κοιτάσματα πηγῆς πετρελαίου». Καὶ μιὰ τέτοια πηγὴ δὲν μπορεῖ παρὰ νὰ βροῖσκειται βαθύτερα μέσα στὸν ὑποκείμενο μανδύα, ὁ ὁποῖος στὴν περιοχὴ αὐτὴ φαίνεται νὰ εἶναι ἰδιαίτερα πλούσιος σὲ ὕδρογονάνθρακες. Στὴν περίπτωση αὐτὴ εἶναι φυσικὸ νὰ πληροῦνται μὲ πετρέλαιο καὶ ἀέριο ὅλοι οἱ προσφερόμενοι χώροι (δηλαδὴ πορώδη πετρώματα, ρήγματα κλπ.) μέσα στὸν ὑπερκείμενο φλοιό, ἀνεξάρτητα τῆς θέσεως, τοῦ εἶδους καὶ τῆς ἡλικίας τοῦ γεωλογικοῦ σχηματισμοῦ, μέσα στὸν ὁποῖο οἱ ὡς ἄνω παγίδες βροῖσκονται. Ἔτσι, ἐξηγεῖται κατὰ τρόπο ἱκανοποιητικὸ ἢ κατάστασι πρὸς παρατηρεῖται καὶ χαρακτηρίζεται τὴν πετρελαιοφόρο περιοχὴ τῆς Μέσης Ἀνατολῆς.

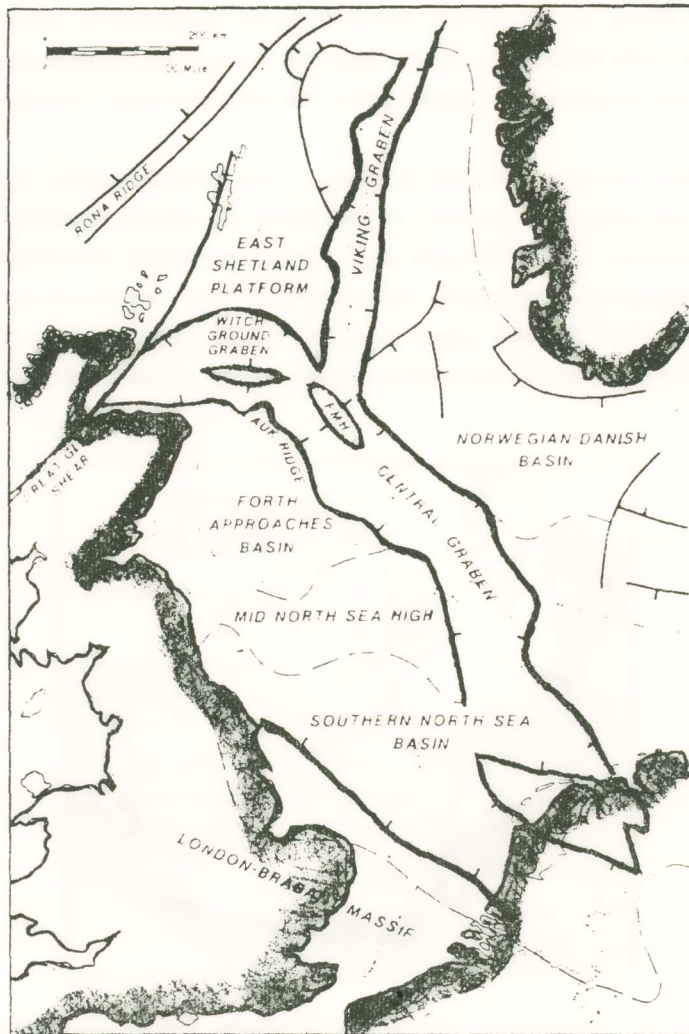
Ἡ Μέση Ἀνατολὴ δὲν εἶναι βεβαίως ἡ μόνη πετρελαιοφόρος περιοχὴ, ὅπου ἡ παρουσία τοῦ πετρελαίου φαίνεται νὰ ὑπερβαίνει τὶς τοπικὲς συμβατικὲς συνθήκες πετρελαιογενέσεως. Στὴν Ἰνδονησία π.χ. μεγάλες ποσότητες πετρελαίου καὶ φυσικοῦ ἀερίου παράγονται κατὰ μῆκος τοῦ νησιωτικοῦ τόξου, πρὸς ἐκτείνεται ἀπὸ τὸ δυτικὸ ἄκρο τῆς Νέας Γουινέας μέχρι τὴν Ἰάβα καὶ τὴ Σουμάτρα (Σχ. 4). Ἐκεῖ τὰ κοιτάσματα πετρελαίου ἀπαντοῦν ἐντὸς εὐρείας ζώνης, παραλλήλου πρὸς ἐκείνη τῶν



Σχ. 4. Χάρτης τῆς πετρελαιοφόρου περιοχῆς τῆς Ἰνδονησίας, δεικνύων τὴ σχέση μεταξύ ἡφαιστείων, σεισμῶν καὶ κοιτασμάτων πετρελαίου.

ένεργων ήφαιστειακῶν κέντρων, ἡ ὁποία ἀκολουθεῖ τὴ γραμμὴ τῆς ἐντόνου σεισμικῆς δραστηριότητος πὸν χαρακτηρίζει τὴν περιοχὴ αὐτή. Οἱ μορφολογικῆς καὶ γεωλογικῆς συνθήκες τῶν κοιτασμάτων διαφοροποιῶνται ἐξούτατα. Ἐνοποιητικὸς παράγοντας στὴν περίπτωσι αὐτὴ εἶναι ἡ τεκτονικὴ κατάστασι τῆς περιοχῆς, ἡ ὁποία ἐκδηλώνεται μὲ τὴν ήφαιστειότητα καὶ τὴ βαθιὰ σεισμικὴ δραστηριότητα πὸν ἐπικρατοῦν.

Μιὰ ἄλλη ἐνδιαφέρουσα περίπτωσι, προβάλλουσα τὸ ρόλο τῆς τεκτονικῆς, εἶναι ἡ πετρελαιοφόρος περιοχὴ τῆς Βορείου Θαλάσσης (Σχ. 5). Ἔνα σύστημα τεκτονι-



Σχ. 5. Χάρτης δεικνύων τὴν τεκτονικὴ τῆς πετρελαιοφόρου περιοχῆς τῆς Βορείου Θαλάσσης.

κῶν βυθισμάτων, πὸν ἀρχίζει στὴν Ὀλλανδία καὶ ἐκτείνεται πέραν τοῦ *Spitsbergen* τῆς Νορβηγίας, καλύπτει τὸ θαλάσσιο χῶρο μεταξὺ τῶν ἀγγλικῶν, ὀλλανδικῶν καὶ νορβηγικῶν ἀκτῶν. Ὄταν τὸ κοίτασμα φυσικοῦ ἀερίου τοῦ *Gröninge* στὴν Ὀλλανδία ἐντοπίσθηκε τὸ 1959, κανεὶς δὲν πίστευε στὴν ἐξέλιξη πὸν σημειώθηκε ἔκτοτε. Πάνω ἀπὸ 35 κοιτάσματα ἀερίου καὶ πετρελαίου ἔχουν μέχρι σήμερον ἀνακαλυφθεῖ μέσα στὶς τεκτονικὲς τάφρους τῆς Βορείου Θαλάσσης, ἡ ὁποία ἐξελίχθηκε σὲ μιὰ ἀξιόλογη πετρελαιοφόρο περιοχὴ. Τὰ κοιτάσματα αὐτὰ παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία μορφολογικῶν καὶ στρωματογραφικῶν χαρακτήρων. Ἐκτείνονται ἀπὸ τὸ *Δελβόνιο* μέχρι τὸ *Καιροζωϊκό*. Τὰ γνωστὰ ἤδη ἀποθέματα ὑπερβαίνουν τὰ 30 δισ. βαρέλια πετρελαίου καὶ τὰ 200 τρισ. κ.π. φυσικοῦ ἀερίου.

* * *

Ἀπ' ὅσα ἔχουν παραπάνω ἐκτεθεῖ, ἡ παραδοχὴ τῆς ἐνδογόνιης προελεύσεως ὕδρογονανθράκων φαίνεται ἐπιβεβλημένη. Πρωταρχικὴ πηγὴ εἶναι τὰ συστατικά τοῦ ἠλιακοῦ νέφους ἀπὸ τὸ ὁποῖο προῆλθε ἡ *Γῆ*. Ἀφθονο ὕδρογονοανθρακοῦχο ὕλικὸ ἔχει ἀνομοιογενῶς ἐγκλωβισθεῖ μέσα στὸ μανδύα αὐτῆς, κατὰ τὴν πορεία τοῦ σχηματισμοῦ τῆς. Ἐκεῖθεν ἐκπορεύεται, ὑπὸ κάποια μορφή, ὁ ἄνθρακας πὸν καταλήγει στὴν ἐπιφάνεια ὡς CO_2 καὶ κατανέμεται στὴν ἀτμόσφαιρα καὶ τοὺς ὠκεανούς. Ἐὰν δὲν ὑπῆρχε μιὰ συνεχὴς ἀνανέωση, τὰ εἰς τὴν ἀτμόσφαιρα ἀποθέματα τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα θὰ εἶχαν ταχύτατα ἐξαντληθεῖ, λόγῳ τῆς διαρκοῦς μεταφορᾶς του στὰ ἰζήματα.

Καὶ στὸ σημεῖο αὐτὸ γεννᾶται τὸ ἐρώτημα, πῶς καὶ ὑπὸ ποία μορφή οἱ ἐγκλωβισμένες στὰ βᾶθη τῆς *Γῆς* ἐνώσεις τοῦ ἄνθρακα καὶ ὕδρογόνου κινητοποιοῦνται καὶ ἀνέρχονται στὴν ἐπιφάνεια αὐτῆς. Ἐν πρώτοις πρέπει νὰ παρατηρηθεῖ ὅτι στὰ βᾶθη αὐτά, ὅπου λόγῳ τοῦ βάρους τῶν ὑπερκειμένων πετρωμάτων θεωρεῖται κατ' ἀρχὴν ἀδύνατη ἡ παρουσία κενῶν, δὲν μπορεῖ νὰ ἀποκλεισθεῖ ἡ συνόπαρξη ρευστῶν καὶ στερεῶν φάσεων πὸν βρίσκονται ὑπὸ τὴν αὐτὴ πίεση. Τὸ θέμα δὲ πὸν τίθεται εἶναι ποῖες ἐνώσεις ἄνθρακα καὶ ὕδρογόνου εἶναι σταθερὲς στὶς ἐπικρατοῦσες ἐκάστοτε συνθήκες πίεσεως καὶ θερμοκρασίας. Κατὰ τὸν *Chekaliuk (1976)* ὁ ὁποῖος μελέτησε τὸ πρόβλημα θερμοδυναμικῶς, οἱ σημαντικότερες ἐνώσεις πὸν συνιστοῦν τὸ πετρέλαιο (παραφίνη, νάφθα, ἀρωματικά κλάσματα) σχηματίζονται καὶ βρίσκονται ἐν ἰσορροπία μέσα σ' ἓνα μίγμα ὕδρογόνου καὶ ἄνθρακα, εἰς θερμοκρασία καὶ πίεση τῆς τάξεως τῶν $1500^{\circ}C$ καὶ 30.000 bar . Κατὰ τὴν ἀνοδικὴν του πορεία, ἓνα τέτοιο μίγμα συναντᾷ προοδευτικῶς χαμηλότερες θερμοκρασίες καὶ πιέσεις καὶ ὑφίσταται χημικὲς μεταβολές. Ὅρισμένες ἐνώσεις πιθανῶς διασπῶνται μὲ ἀποτέλεσμα τὴν ἀπό-

θεση άνθρακα. Άλλα πλούσια σέ υδρογόνο άέρια και υγρά συστατικά συνεχίζουν τήν προς τά πάνω πορεία τους, μέχρις ότου ή θερμοκρασία κατέλθει σέ επίπεδα πού νά σταματᾶ πλέον κάθε άλλη χημική μεταβολή, όποτε τό μίγμα σταθεροποιείται. Είται τό μίγμα αὐτό πού τελικά συσσωρεύεται και συγκρατείται στίς διάφορες παγίδες πού προσφέρονται μέσα στό φλοιό τῆς Γῆς, σχηματίζοντας ἔτσι τά γνωστά κοιτάσματα υδρογονανθράκων.

Όπως εἶναι φυσικό, οἱ τοπικές συνθήκες ἐπηρεάζουν τήν τελική σύσταση τοῦ ἐκάστοτε μίγματος και προσδίδουν γιά κάθε περιοχή τά ιδιαίτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά τοῦ πετρελαίου και τῶν ἄλλων υδρογονανθράκων πού ἐγκλείει ή ἐν λόγω περιοχή. Σέ ὅ,τι ἀφορᾶ τή διαφοροποίηση ἀπό τυχόν παρουσία ξένων προσμίξεων (ὅπως τό θείο, διάφορα μέταλλα, ἄλλα άέρια κ.λπ.), οἱ προσμίξεις αὐτές θά πρέπει νά παραλαμβάνονται ἀπό τά πετρώματα, τά ὁποῖα διασχίζει τό μίγμα κατά τήν προς τά ἄνω πορεία του. Καί αὐτές οἱ προσμίξεις καθορίζουν τή λεπτομερή χημική σύσταση τῶν υγρῶν και αερίων υδρογονανθράκων τῶν κοιτασμάτων πού ἀπαντοῦν ἐντός τοῦ φλοιοῦ.

Γιά πολλοὺς λόγους τό μεθάνιο πρέπει νά θεωρεῖται ὡς ή κυριότερη μορφή ὑπό τήν ὁποῖαν οἱ ἐκ τοῦ βάθους ἐκπορευόμενοι υδρογονάνθρακες εἰσέρχονται στή λιθόσφαιρα. Ἐν πρώτοις εἶναι ή σταθερότερη μορφή και κατά συνέπειαν ἐκείνη πού μπορεί νά ἐπιζήσει κατά τήν ἄνοδο τοῦ μίγματος. Εἶναι ή πλουσιότερη σέ υδρογόνο μορφή και κάθε διάσπαση ἀποθέτει άνθρακα και ἐμπλουτίζει τό ὑπόλοιπο σέ υδρογόνο. Τό μεθάνιο εἶναι τό ἀραιότερο και ἐλαφρότερο ἀπό ὅλους τούς υδρογονάνθρακες και γι' αὐτό μεταναστεύει ἐνκόλυτερα και ταχύτερα προς ὑψηλότερους ὀρίζοντες. Φαίνεται δέ νά ἀποτελεῖ τό φορέα πολλῶν ἄλλων ἐνώσεων άνθρακα και υδρογόνου. Πράγματι, σέ ὑψηλές πιέσεις συνιστᾶ ἐξαιρετικό ὀργανικό διαλύτη, ἐντός τοῦ ὁποῖου ὅλοι οἱ υγροὶ και πολλοὶ ἄλλοι υδρογονάνθρακες εἶναι διαλυτοί. Καί τό διάλυμα πού προκύπτει, ἐάν ή ἀναλογία μεθανίου εἶναι ὑψηλή, παρουσιάζεται ὡς ἕνα χαμηλοῦ ἰξώδους υγρό, τό ὁποῖο διεισδύει εὐχερῶς διά μέσου τῶν ρωγμῶν τῶν πετρωμάτων.

Κατά τήν πορεία του προς ὑψηλότερους ὀρίζοντες, τό παραπάνω διάλυμα μπορεί νά βρεθεῖ ὑπό συνθήκες πού προκαλοῦν ἀπτόμη πτώση πιέσεως, ὅπως π.χ. ὅταν εἰσχωρεῖ σέ ρήγματα ή πετρώματα μεγάλου πορώδους. Σέ κάθε τέτοια πτώση μερικῆς ἀπό τίς ἐν διαλύσει ἐνώσεις ἀποβάλλονται. Ἀποβάλλεται π.χ. άνθρακας πού ὅπως ἤδη ἀναφέραμε προέρχεται ἀπό διάσπαση μεθανίου. Ἐμφανίσεις άνθρακα σέ πολλά παλαιά πετρώματα ἐξηγοῦνται μὲ τή διαδικασία αὐτή. Βεβαίως πολλές τέτοιες πτώσεις πιέσεως εἶναι δυνατὸ νά λάβουν χώρα κατά τή διαδρομή τοῦ διαλύματος ἀπό τά μεγάλα βάθη προς τά μικρότερα, μέχρι τῆς εἰσόδου τούτου μέσα στά

πετρώματα τοῦ ὑψηλοτέρου τμήματος τοῦ φλοιοῦ. Τοῦ τμήματος δηλαδή πὸν γνωρίζουμε ἀπὸ τὶς σημερινές ἔρευρες πετρελαίου, οἱ ὁποῖες συνήθως δὲν ὑπερβαίνουν τὸ βάθος τῶν 6 km περίπου. Ἔτσι, τίποτα δὲν μπορεῖ νὰ ἀποκλείσει τὴν ὑπαρξὴ κοιτασμάτων, κυρίως ἀερίου, χαμηλότερα ἀπὸ τὸ βάθος αὐτό.

Τέλος, μιὰ πολὺ πρόσφατη, ἐξόχως ἐνδιαφέρουσα παρατήρηση πὸν ἐπιβεβαιώνει τὴν ἀπὸ τὰ βάθη τῆς Γῆς ἀνέξοδο μεγάλων ποσοτήτων μεθανίου εἶναι τὰ τεράστια κοιτάσματα ἐνὸς μεθανίου (*methane hydrates*), τὰ ὁποῖα διαπιστώθηκαν τὰ τελευταῖα χρόνια στὶς ἀρκτικές περιοχές καὶ στὶς ὠκεάνιες τάφρους. Στὶς ἀρκτικές περιοχές, ὅπου ἡ θερμοκρασία διατηρεῖται σταθερῶς κάτω τοῦ μηδενὸς σχηματίζεται τὸ λεγόμενο *permafrost*, δηλαδή ἓνα μονίμως παγωμένο κάλυμμα ἐδάφους, ὅπου οἱ πόροι τοῦ πετρώματος εἶναι τελείως κλειστοὶ ἀπὸ πάγο. Ὅταν κάτω ἀπὸ τὸ κάλυμμα αὐτὸ ὑπάρχει ἔκλυση μεθανίου, ἡ ἀνέξοδος παρεμποδίζεται καὶ σχηματίζονται κοιτάσματα ἐνὸς μεθανίου, δηλαδή ἐνὸς εἶδους πάγου συγκρατοῦντος μεθάνιο. Ἐχουν ἤδη ἐντοπισθεῖ στὴ Σιβηρία, τὸ Βόρειο Καναδά, στὴν Ἀλάσκα κολοσσιαῖες ποσότητες ἐνὸς μεθανίου καὶ μαρτυροῦν γιὰ ὀγκώδεις ἠπίας μορφῆς ἐκλύσεις τοῦ ἀερίου τούτου ἀπὸ τὰ βάθη τοῦ πλανήτη μας.

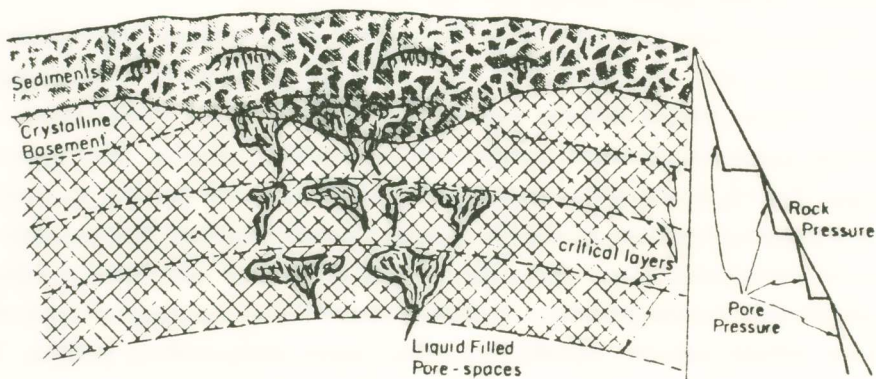
Τὰ ἀρκτικά κοιτάσματα ἐνὸς μεθανίου δὲν εἶναι ἐξ ἄλλου τὰ μόνα. Ἀνάλογα κοιτάσματα, πὸν ἐγκλείουν ἐπίσης μεγάλες ποσότητες μεθανίου, ἔχουν ὅλως τελευταίως ἐντοπισθεῖ στὰ βάθη τῶν ὠκεανῶν καὶ στὶς ὠκεάνιες τάφρους. Ἐκεῖ ἐπικρατοῦν ὑψηλὲς πιέσεις καὶ τὸ ἐνὸς μεθάνιο σχηματίζεται μέσα σὲ ὑγρὸ περιβάλλον μὲ κάπως διάφορη διαδικασία. Σὲ ὑψηλὲς θερμοκρασίες ἡ προσθήκη μεθανίου ὑψώνει τὸ σημεῖο πήξεως τοῦ ὕδατος, ἐνῶ στὰ βάθη τῶν ὠκεανῶν ἡ θερμοκρασία εἶναι, κατὰ κανόνα, πολὺ χαμηλὴ, κοντὰ στὴ θερμοκρασία πήξεως, λόγω τῆς κυκλοφορίας ψυχροῦ ὕδατος προερχομένου ἀπὸ τοὺς πόλους. Ὑπὸ τὶς συνθήκες αὐτές, ἐκεῖ ὅπου παρουσιάζεται ἔκλυση μεθανίου, ὑπάρχει δυνατότητα σχηματισμοῦ μεθανιοῦχου πάγου, ὁ ὁποῖος κατακρημνίζεται καὶ συγκεντρώνεται μέσα στὰ ἰζήματα τοῦ ὠκεάνιου βυθοῦ.

* * *

Συνοψίζοντας, μποροῦμε τελικὰ νὰ ποῦμε ὅτι ὑπάρχουν σαφεῖς καὶ ἰσχυρὲς ἀποδείξεις πὸν μαρτυροῦν γιὰ τὴν ἀνέξοδο ὑδρογονανθράκων ἀπὸ τὰ βάθη τῆς γήινης σφαίρας. Καὶ πολλὲς σχετικὲς ἐνδείξεις στηρίζουν τὴ σύνδεση τῆς ἀνεξόδου αὐτῆς μὲ τὸ σχηματισμὸ κοιτασμάτων πετρελαίου καὶ φυσικοῦ ἀερίου. Ἡ ὅλη διαδικασία ἐκφράζεται παραστατικὰ μὲ τὸ διάγραμμα τοῦ Σχ. 6.

Ὑπὸ τὶς συνθήκες αὐτές γίνεται φανερὸ ὅτι τὰ κοιτάσματα πετρελαίου καὶ φυσικοῦ ἀερίου δὲν συνδέονται μὲ συγκεκριμένους στρωματογραφικοὺς ὀρίζοντες ἰζη-

Outgassing in solid rock



Σχ. 6. Διάγραμμα δείκνόν το σχηματισμό κοιτασμάτων με διαδοχικές πτώσεις πίεσεως κατά την άνοδική πορεία του ύδρογονανθρακούχου ρευστού.

ματογενούς τινος σειράς, όπως δέχεται βασικά ή θεωρία οργανικής προελεύσεως. Ο σχηματισμός των υπερβαίνει τους συνήθεις γνωστούς περιορισμούς τής θεωρίας αυτής. Καί τέτοια κοιτάσματα μπορούσιν να αναπτυχθούσιν σ' ένα ευρύτατο γεωλογικό και λιθολογικό περιβάλλον. Στην πραγματικότητα πετρέλαιο και φυσικό αέριο υπάρχει μέσα σέ ίζηματογενή, ήφαιστειακά, κρυσταλλικά πετρώματα. Μέσα σέ όροσειρές και πεδιάδες, σέ ήπειρωτικές και θαλάσσιες περιοχές.

Καί έδω γεννᾶται τὸ ερώτημα πού και πώς θά πρέπει να διεξαχθεῖ έρευνα για αναζήτηση βιομηχανικῆς σημασίας κοιτασμάτων.

Έφ' όσον λοιπόν δεχόμεθα ότι οί ύδρογονάνθρακες προέρχονται από τὰ βάθη τῆς Γῆς και ἀνέρχονται πρὸς τὰ υψηλότερα στρώματα, ὡς ένα ρεῦμα ρευστοῦ ὑπὸ ὑψηλῆ πίεση, εἶναι φανερό ότι σχετικά κοιτάσματα θά μπορούσιν να σχηματισθούσιν ἐκεῖ ὅπου ἡ ροή φράσσεται ἐπαρκῶς, σέ τρόπο ὡστε να γειμίζουσιν, και ἔνδεχομένως να διευρύνονται με τὴν πίεση οί πόροι. Δημιουργεῖται ἔτσι ένας ἀποθηκευτικός χώρος πὸν βαθμιαίως πληροῦται και σχηματίζεται ένα κοίτασμα. Ἡ ἄνοδος ὁμως τοῦ ρεῦματος συνεχίζεται και μετὰ τὴν πλήρωση, σέ τρόπο ὡστε να προκύπτει ὑπερχείλιση. Κατὰ συνέπεια, φαίνεται ἀναπόφευκτο να παρoυσιάζεται ἔκλυση αέριου ἢ και πετρελαίου στην ἐπιφάνεια, πάνω ἀπὸ περιοχές πὸν ἐγκλείουσιν κοιτάσματα ύδρογονανθρακων. Καί ὡς πρώτη φάση ἐρεύνης θά πρέπει να εἶναι ἡ αναζήτηση τέτοιων περιοχῶν. Ὅσο δὲ ἰσχυρότερη εἶναι ἡ ἔκλυση, τόσο μεγαλύτερο θά εἶναι τὸ ἐνδιαφέρον. Έδω

ἀξίζει νὰ παρατηρήσουμε ὅτι ἡ σημασία τῆς παρουσίας ἐνὸς φράγματος, δηλαδή ἐνὸς ἀδιαπεράτου ὕψος τὸ δυνατὸ ὀρίζοντος, μειώνεται μὲ τὸ βάθος.

Μετὰ τὴν πρώτη αὐτῆ φάση, ποὺ εἶναι ὁ ἐντοπισμὸς περιοχῶν μὲ ἰσχυρὴ ἔκλυση ἀερίων, ἡ ἔρευνα εἰσέρχεται στὴ δεύτερη φάση: Εἶναι ἡ διὰ γεωτρήσεων ἀναζήτηση πετρωμάτων ποὺ προσφέρονται γιὰ δημιουργία ἀποθηκευτικῶν χώρων, σὲ μεγάλα βάθη. Πρόκειται περὶ πορωδῶν ἐκ φύσεως πετρωμάτων, τῶν ὁποίων οἱ πόροι μποροῦν νὰ διατηρηθοῦν ἀνοικτοὶ μὲ τὴν πίεση τοῦ ἀερίου ἢ πετρωμάτων ποὺ μποροῦν νὰ κατακερματισθοῦν ὑπὸ τὴν ἐπίδραση τῆς πίεσεως αὐτῆς, ἔτσι ὥστε νὰ προκύψουν χώροι μὲ σημαντικὰ καλῶς κατανεμημένα κενά. Τέτοια πετρώματα εἶναι τὰ ἰζημάτα, τὰ ὁποῖα ἔχουν πορώδη ὕφή καὶ ἐπομένως τὰ πετρώματα αὐτὰ σὲ μεγάλα βάθη, πέραν τῶν 5 km, ἀποτελοῦν ἐνδιαφέροντες στόχους. Τὰ συνήθη κρυσταλλικὰ πετρώματα τοῦ ὑποβάθρου εἶναι γενικῶς συμπαγῆ καὶ ἀκατάλληλα γιὰ νὰ δώσουν ἀποθηκευτικοὺς χώρους. Μέσα σὲ ρωγμῆς τῶν πετρωμάτων αὐτῶν ἀπαντᾷ συχνὰ μεθάνιο, ὅπως στὴν περίπτωση π.χ. τῆς βαθείας γεωτρήσεως τῆς Χερσονήσου Κολα, ἢ ὁποῖα στὸ βάθος τῶν 12 km συνάντησε μιὰ τέτοια ρωγμῆ. Γιὰ νὰ σχηματισθεῖ ὅμως ἀποθηκευτικὸς χώρος ἱκανὸς νὰ δώσει βιομηχανικὸ κοίτασμα, θὰ πρέπει τὸ κρυσταλλικὸ πέτρωμα νὰ ἔχει ὑποστῆ ἔντονο κατακερματισμὸ, ἕνα εἶδος τεκτονικοῦ θρυμματισμοῦ.

Στὸ σημεῖο αὐτὸ ἀξίζει νὰ παρατηρηθεῖ ὅτι στὰ βάθη τῶν 5 ἕως 10 km, στὰ ὁποῖα σύμφωνα μὲ τὰ ἀνωτέρω θὰ πρέπει νὰ ἀναζητήσουμε τὰ κοιτάσματα φυσικοῦ ἀερίου, ἡ πίεση εἶναι τεραστία, καὶ ἐπηρεάζει δραματικὰ τὴν ποσότητα ποὺ ἀποθηκεύεται ἀνὰ μονάδα ὄγκου. Στὰ 7.000 m π.χ., κενὸ 1m³ περιέχει περίπου 2000m³ ἀέριο ἀνηγμένο σὲ ἀτμοσφαιρικὴ πίεση.

Καὶ τώρα ἕνα δεύτερο καὶ κρίσιμο ἐρώτημα: Ἀναφέρεται στὶς συνέπειες ποὺ μπορεῖ νὰ ἔχει ἡ θεωρία τῆς ἐνδογήινης προελεύσεως.

Στὸν τίτλο τῆς παρουσίας ὀμίλιας, χαρακτηρίσα ἤδη τὶς συνέπειες αὐτὲς ὡς ἐντυπωσιακές. Θὰ ἦταν ἴσως καλύτερο νὰ ἔλεγα συγκλονιστικές. Πράγματι, ἐν πρώτοις, μὲ τὴ θεωρία τῆς ἐνδογήινης προελεύσεως, ἡ ἔρευνα τῶν ὑδρογονοανθράκων ἀποδεσμεύεται ἀπὸ ἕνα σωρὸ στενῶν περιορισμῶν ποὺ ἐπιβάλλει ἡ θεωρία ὀργανικῆς προελεύσεως. Ἡ ἔρευνα δὲν περιορίζεται πλέον ἀναγκαστικῶς μέσα στὶς ἰζηματογενεῖς λεκάνες ἀλλὰ ἐπεκτείνεται σὲ περιοχὲς ποὺ, ἐκ προοιμίου, ἀπορρίπτονται μὲ βάση τὴ βιολογικὴ θεωρία. Πέραν δὲ τούτου ἡ ἔρευνα διευρύνεται κατὰ τὴν ἔννοια τοῦ βάθους. Οἱ ἔρευνες πετρελαίου σπανίως προωθοῦνται σήμερα σὲ βάθη μεγαλύτερα ἀπὸ 3000m, ἐνῶ σύμφωνα μὲ τὴ θεωρία τῆς ἐνδογήινης προελεύσεως ὑπάρχουν πιθανότητες γιὰ ἀξιολογώτατα κοιτάσματα, κυρίως φυσικοῦ ἀερίου, στὰ βάθη κάτω ἀπὸ 5000m. Ἐτσι, ἡ θεωρία τῆς ἐνδογήινης προελεύσεως ἀναμένεται νὰ ἐπιφέρει βαθιὲς ἀλλαγὲς σὲ

ὅ,τι ἀφορᾷ τὸν ὄγκο καὶ τὴ γεωγραφικὴ κατανομὴ τῶν ἀποθεμάτων, ἐπηρεάζουσα ἔντονα τὴ σημερινὴ οἰκονομικὴ καὶ στρατηγικὴ εἰκόνα τοῦ κόσμου.

Ἐκτὸς ὅμως τῶν παραπάνω σημαντικῶν ἐπιπτώσεων θὰ ὑπάρξουν καὶ ἄλλες. Οἱ οὐσιαστικότερες μεταξὺ αὐτῶν εἶναι οἱ ἀφορῶσες στὴ ρύπανση τοῦ περιβάλλοντος. Μὲ τὴν ἐνδογενῆ θεωρίαν προελεύσεως προβλέπεται μεγάλη αὔξηση τῆς παραγωγῆς φυσικοῦ ἀερίου εἰς βάρους τοῦ πετρελαίου καὶ τοῦτο παρουσιάζει ἀναμφισβήτητο πλεονέκτημα ἀπὸ ἀπόψεως περιβάλλοντος, διότι τὸ φυσικὸ ἀέριο εἶναι, ὡς γνωστό, τὸ ὀλιγότερο ρυπογόνον καύσιμο. Πράγματι, τὸ φυσικὸ ἀέριο ἀποθειοῦται εὐχερῶς καὶ ἀποτελεσματικῶς καὶ χρησιμοποιούμενο ἀπὸ τὸ ἄνθρακα καὶ τοῦ πετρελαίου συμβάλλει στὴ μείωση τοῦ SO_2 τῆς ἀτμοσφαιρῆς καὶ κατὰ συνέπεια τῆς παραγωγῆς ὀξίνης βροχῆς, πὸν θεωρεῖται σήμερον ἐξόχως καταστρεπτικὴ. Συμβάλλει ἐπίσης στὴ μείωση τοῦ CO_2 , τοῦ ὁποῖου ἡ παρουσία ἐπηρεάζει δυσμενῶς τὸ κλίμα τοῦ πλανήτη μας. Καύση CH_4 γιὰ παραγωγή συγκεκριμένης ποσότητος ἐνεργείας παράγει τὸ 0.5 καὶ τὸ 0.33 τῆς ποσότητος CO_2 πὸν παράγει ἡ καύση λιθάνθρακα καὶ πετρελαίου ἀντιστοίχως.

* * *

Κυρίες καὶ Κύριοι,

Στὴ σύντομη αὐτὴ ὀμιλία ἐπιχείρησα νὰ σᾶς δώσω μιὰ ἐναργή, ὅσο γίνεται, εἰκόνα τῶν ἐξελίξεων, πρὸ τῶν ὁποῖων βρίσκεται σήμερον ἡ ἔρευνα ἀναζητήσεως πετρελαίων καὶ φυσικῶν ἀερίων. Καὶ προσπάθησα νὰ σκιαγραφήσω τὶς ἐπιπτώσεις τῶν ἐξελίξεων αὐτῶν πὸν διαγράφονται, κατὰ τὴ γνώμη μου, πολὺ ἐνδιαφέροντες. Ζητῶ τὴν ἐπιεικειὰ σας γιὰ τυχόν ἀσάφεις καὶ παραλείψεις. Τὸ θέμα εἶναι εὐρὸν καὶ πολύμορφο. Καὶ δὲν εἶναι εὐκόλο νὰ συνοψισθεῖ καὶ νὰ παρουσιασθεῖ μὲ σαφήνεια μέσα στὰ στενότατα χρονικὰ ὄρια μιᾶς ὀμιλίας.

* * *

Καὶ τώρα, παρ' ὅλο ὅτι ὁ διαθέσιμος χρόνος ἔχει ἐξαντληθεῖ, μερικὰ λόγια γιὰ τὶς ἔρευνες πετρελαίου στὸν ἐλληνικὸ χῶρο. Διαισθάνομαι πὸς ὅλοι περιμένετε ν' ἀκούσετε κάτι γιὰ τὸ θέμα αὐτό, πὸν τόσο συγκινεῖ τὴν Κοινὴ Γνώμη καὶ γιὰ τὸ ὁποῖο μεγάλες προσπάθειες καταβάλλονται ἀπὸ πολλὰ ἤδη χρόνια.

Οἱ ἔρευνες γιὰ ὕδρογονάνθρακες στὴ Χώρα μας ἄρχισαν τὸ 1903, μὲ παραχώρηση τῆς Ζακύνθου, ὅπου ἐμφανίζονται γνωστὲς ἀπὸ τὴν ἀρχαιότητα ἀναβλύσεις πετρελαίου, σὲ ἀγγλικὴ Ἑταιρεία. Ἡ ἐρευνητικὴ προσπάθεια πὸν ἀκολούθησε ὑπῆρξε ἀσήμαντη καὶ διακόπηκε σχεδὸν ἀμέσως. Ἐπαναλήφθηκε πολὺ ἀργότερον, τὸ 1938,

στην περιοχή ΒΔτικῆς Πελοποννήσου, ὅπου ἐκτελέστηκαν συνολικὰ II, ἀβαθεῖς κατὰ τὸ πλεῖστο, γεωτροήσεις ὑπὸ τῆς Ἑταιρείας Χέλη. Μὲ τὴν ἔκρηξη τοῦ 2ου Παγκοσμίου Πολέμου διακόπηκε κάθε δραστηριότητα καὶ ἡ διακοπὴ αὐτὴ συνεχίστηκε μέχρι τὸ 1956. Ἐκτοτε διεξήχθησαν ἐκτεταμένους ἔρευνες ὑπὸ διαφόρων ξένων Ἑταιρειῶν καὶ τοῦ ἑλληνικοῦ Δημοσίου. Ἀπὸ τὸ 1956 μέχρι τὸ 1987 ἐκτελέστηκαν 139 γεωτροήσεις, συνολικοῦ μήκους περίπου 287.000m, γιὰ τὶς ὁποῖες δαπανήθηκαν περισσότερα ἀπὸ 250 ἑκ. δολ.

Στόχος ὄλων αὐτῶν τῶν γεωτροήσεων ἦταν ἡ ἀναζήτηση, μὲ τὰ δεδομένα τῆς ὀργανικῆς θεωρίας, ἐκμεταλλευσίμων κοιτασμάτων ὑδρογονανθράκων, μέσα στὰ τριτογενῆ ἰζήματα διαφόρων λεκανῶν ἰζηματογενέσεως πὸν ἀπαντοῦν στὸν ἑλληνικὸ χῶρο, ὅπως ἐπίσης μέσα στὰ μεγάλο πάχος ἰζήματα τῆς ἀδριατικοῖονίου ζώνης. Τὰ ἀποτελέσματα ὑπῆρξαν πτωχὰ. Μὲ ἐξαίρεση τὶς γεωτροήσεις στὴ θαλάσσια περιοχή τοῦ θρακικοῦ πελάγους, οἱ ὁποῖες ἐντόπισαν, νοτίως τῆς Καβάλας, μικρὸ κοίτασμα ἀερίου καὶ τὸ ἐπίσης μικρὸ κοίτασμα πετρελαίου - ἀερίου τοῦ Πρίνου, ὅλες οἱ ἄλλες ἀπέβησαν ἄγονες ἢ ἔδωσαν ἀσήμαντες ἐνδείξεις παρουσίας κυρίως ἀερίου.

Τὰ παραπάνω ἀποτελέσματα εἶναι ὄντως πτωχὰ γιὰ 139 γεωτροήσεις. Εἶναι ἴσως καιρὸς νὰ ἐπανεξετασθεῖ τὸ θέμα τῆς ἐρένης ὑδρογονανθράκων στὴν Ἑλλάδα. Διερωτώμεθα ἂν δὲν ἦλθε ἡ στιγμή νὰ γίνῃ σκέψη γιὰ δοκιμαστικὴ τουλάχιστον ἔρευνα, ἢ ὁποία νὰ βασίζεται σὲ δεδομένα τῆς θεωρίας ἐνδογῆνης προελεύσεως. Καὶ θὰ πρέπει ἐδῶ νὰ σημειωθεῖ ὅτι, ἡ γενικὴ τεκτονικὴ κατάσταση πὸν χαρακτηρίζει τὸν ἑλληνικὸ χῶρο (βαθιὰ ρήγματα, τεκτονικὲς τάφροι κ.λπ.), μαζί μὲ ἄλλες ἐνδείξεις, ὅπως ἡ σεισμικὴ καὶ ἠφαιστειακὴ δραστηριότης, ἐνθαρρύνει κάθε ἀπόφαση πρὸς τὴν κατεύθυνση αὐτή.