

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΥ ΣΕ ΑΓΩΓΟΥΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Ε. Γραμμένου^{1*}, Ν. Νόβακ¹, Ε. Σκούρας², Ε. Παντελή², Μ.Λ. Lund², Ε. Βουτσάς¹

¹Σχολή Χημικών Μηχανικών, ΕΜΠ, Αθήνα, Ελλάδα

² Equinor ASA, Trondheim, Norway

(*grammenel@gmail.com)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο υδράργυρος (Hg) απαντάται φυσικά στο φλοιό της γης, συμπεριλαμβανομένων των σχηματισμών που συνιστούν πηγές πετρελαίου και φυσικού αερίου (ταμιευτήρες), γεγονός που συνεπάγεται την ύπαρξη στοιχειακού υδραργύρου διαλυμένου στα ρευστά ταμιευτήρα. Η ποσότητα αυτή ολοένα και αυξάνεται, αφενός λόγω του εμπλουτισμού των ρευστών ταμιευτήρα σε υδράργυρο εξαιτίας της εξάντλησης των κοιτασμάτων και αφετέρου λόγω της ανάγκης για εκμετάλλευση μικρότερων και βαθύτερων κοιτασμάτων^[1,2].

Ο στοιχειακός υδράργυρος στα ρευστά ταμιευτήρα προσροφάται στις επιφάνειες των αγωγών μεταφοράς του φυσικού αερίου (ΦΑ), με αποτέλεσμα να παρατηρείται χρονική υστέρηση στο μέτωπο υδραργύρου που εμφανίζεται στις εξόδους τους που απολήγουν στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας του ΦΑ^[5]. Ο βασικός μηχανισμός κατακράτησης υδραργύρου στους αγωγούς θεωρείται ότι είναι η προσρόφηση στοιχειακού υδραργύρου^[5] μέχρι τον κορεσμό του αγωγού^[3]. Η τιμή κορεσμού, που μπορεί να φτάσει τα 10 g/m², εξαρτάται από την ποιότητα του υλικού του αγωγού, τις συνθήκες λειτουργίας καθώς και τη σύνθεση του αερίου που διέρχεται από τον αγωγό. Η ποσότητα υδραργύρου που βρίσκεται προσροφημένη σε έναν αγωγό εξαρτάται, επιπροσθέτως, από τη διάρκεια έκθεσης και τη συγκέντρωση υδραργύρου που εισέρχεται στον αγωγό^[3].

Η ύπαρξη του υδραργύρου πάνω από τα κρίσιμα επίπεδα δημιουργεί ανησυχίες τόσο σχετικά με τη διάβρωση του εξοπλισμού, τη διάθεση των εξαρτημάτων που έχουν μολυνθεί με υδράργυρο και τις εκπομπές του στο περιβάλλον, όσο και με τους κινδύνους που ενέχει η έκθεση των εργαζομένων κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης λόγω της τοξικότητάς του^[6].

Στην παρούσα μελέτη, αναπτύχθηκε και επιλύθηκε ένα δυναμικό μοντέλο ρόφησης/εκρόφησης υδραργύρου σε έναν τυπικό αγωγό μεταφοράς φυσικού αερίου. Για το σκοπό αυτό, εξετάστηκε ένα εύρος συγκεντρώσεων εισόδου μεταξύ 100 και 5000 ng/Sm³ υδραργύρου, για διαφορετικές τιμές προσροφητικής ικανότητας του αγωγού, βάσει της υπάρχουσας βιβλιογραφίας^[4,5].

Με χρήση του μοντέλου κατασκευάστηκαν τα χρονικά εξαρτώμενα προφίλ συγκέντρωσης στην έξοδο του αγωγού και υπολογίστηκε ο χρόνος που απαιτείται για την επίτευξη ενός τυπικού ορίου συγκέντρωσης στην είσοδο της μονάδας επεξεργασίας (breakthrough time). Το όριο αυτό καθορίζει την αναγκαιότητα εγκατάστασης ή όχι στο εργοστάσιο διεργασίας απομάκρυνσης του Hg από το ρεύμα του ΦΑ.

Με δεδομένη την έλλειψη πειραματικών δεδομένων για την αλληλεπίδραση του στοιχειακού υδραργύρου με τα συστατικά του φυσικού αερίου, πραγματοποιήθηκε παραμετρική ανάλυση η οποία αποκαλύπτει την ευαισθησία των αποτελεσμάτων στον συντελεστή μεταφοράς μάζας και στον συντελεστή συμπίεστικότητας του φυσικού αερίου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Gajdosechova Z, Boskamp MS, Lopez-Linares F, Feldmann J & Krupp EM. (2015). *Energy & Fuels*, 30(1): 130-137.
- [2] Wilhelm SM, Bloom N. (2000). *Fuel Proc. Tech.*, 63(1):1-27.
- [3] Row VA, Humphrys M. (2011). *Johnson Matthey Catalysts Process Catalysts and Technologies*, 8.
- [4] Jones RG, Perry DL. (1978). *Surf. Sci.*, 71.1: 59-74.
- [5] Wilhelm M, Nelson M. (2010). *The Journal of Corrosion Science and Engineering*, 13.
- [6] Mussig S, Rothmann B. (1997). In: *SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition*. Society of Petroleum Engineers.