

Μοντελοποίηση των Φαινομένων Ροής, Μεταφοράς και Ελεγχόμενης Καταβύθισης κατά την Ανάμειξη Αλατούχων Διαλυμάτων σε Δίκτυα Πόρων Σύνθετης Γεωμετρίας

Ε. Δ. Σκούρας,^{1,2} Β. Συγγούνη,^{1,3} Α. Πέτση,¹ Χ. Α. Παρασκευά³

¹ *Ιδρυμα Τεχνολογίας & Έρευνας (ΙΤΕ)/Ινστιτούτο Επιστημών Χημικής Μηχανικής (ΙΕΧΜΗ),
Σταδίου, Πλατάνι, 26504 Πάτρα, Ελλάδα*

² *ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας/Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε., Μ. Αλεξάνδρου 1, 26334 Πάτρα, Ελλάδα*

³ *Πανεπιστήμιο Πατρών/Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Καραθεοδωρή 1, 26504 Πάτρα, Ελλάδα*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι εναποθέσεις αλάτων σε πορώδη μέσα είναι ένα βασικό πρόβλημα μηχανικής που απαντάται σε ένα πλήθος βιομηχανικών και περιβαλλοντικών εφαρμογών. Η απόθεση αλάτων σε πορώδεις σχηματισμούς προκαλεί μείωση της παραγωγής πετρελαίου σε βιομηχανίες εξόρυξης, ενώ ανάλογα προβλήματα εμφανίζονται σε γεωθερμικά συστήματα, κατά την αφαλάτωση νερού με μεμβράνες, κατά τη δέσμευση του CO₂ σε υπόγεια φρεάτια, κα. Σε άλλες εφαρμογές, η καθίζηση αλάτων σε πορώδη υλικά μπορεί να είναι επιθυμητή και αξιοποιήσιμη για την σταθεροποίηση χαλαρών σχηματισμών βράχων, αμμωδών εδαφών ή άλλων υλικών. Η προσέγγιση των προβλημάτων αυτών απαιτεί τη γνώση των μηχανισμών καταβύθισης αλάτων εντός των δομών των πόρων, για την ανάπτυξη νέων μεθόδων για τον έλεγχο της διεργασίας της καταβύθισης.

Στην εργασία αυτή έγινε η κατάστρωση και η επίλυση ισοζυγίων μάζας με εξάρτηση από μία διάσταση κατά μήκος του πορώδους και από τον χρόνο. Εφαρμόσθηκε η χρήση αναλυτικών μοντέλων και μοντέλων CFD πεπερασμένων διαφορών για τη ροή και τη μεταφορά με ταυτόχρονη ομογενή και ετερογενή πυρηνογένεση (με ανάπτυξη κρυστάλλων στην επιφάνεια του πόρου) στις απλές γεωμετρίες, ενώ «αδομικά» πεπερασμένα στοιχεία και μέθοδοι χωρίς πλέγμα αναπτύχθηκαν και εφαρμόσθηκαν για τη χωρική ψηφιοποίηση, τη διακριτοποίηση και την επίλυση των εξισώσεων μεταφοράς και ομογενούς/ετερογενούς αντίδρασης στις πιο πολύπλοκες γεωμετρίες.

Στο πλαίσιο της εργασίας αρχικά εντοπίστηκαν οι παράμετροι του προβλήματος, όπως τα χαρακτηριστικά του πορώδους, ο αριθμός των διαλυμένων συστατικών, κ.α., και εν συνεχεία

εξετάστηκαν για την επίλυση του προβλήματος αξιοποιώντας τα πειραματικά δεδομένα. Για κάθε συνδυασμό ιόντων και στερεών περιλαμβάνονται δεδομένα: (α) κινητικής κρυστάλλων (πυρηνογένεση, ρυθμός αύξησης ή επιφανειακής αντίδρασης κρυστάλλων, κρίσιμη συγκέντρωση), (β) φυσικοχημικών ιδιοτήτων (φαινόμενη πυκνότητα, διαστάσεις δημιουργούμενων κρυστάλλων, συντ. διάχυσης ιόντων στο διάλυμα), (γ) λειτουργικών παραμέτρων (μακροσκοπική ταχύτητα, παροχή, ή βαθμίδα πίεσης διαλύματος, συγκέντρωση ιόντων στο διάλυμα) (δ) δεδομένων μικροροής (γεωμετρία, χώρος ροής), (ε) δεδομένων πορώδους κατά Darcy (αρχικό πορώδες, ειδική επιφάνεια, δαιδαλώδες).

Κατά την μοντελοποίηση της ροής σε τρισδιάστατα δίκτυα πόρων λαμβάνεται υπ' όψιν ότι η εξάρτηση του ισοζυγίου μάζας γίνεται σε τρισδιάστατο επίπεδο, είτε ως τρισδιάστατο δίκτυο πόρων με συγκεκριμένη γεωμετρία (κύλινδροι, ημιτονοειδή κύτταρα), είτε ως ομογενές τυχαίο μέσο (περιγραφή Darcy). Υπολογίστηκε η κατανομή των κρυστάλλων κατά μήκος του πορώδους μέσου για την περίπτωση της επιλεκτικής κρυστάλλωσης πάνω στα τοιχώματα που αποτελεί και το επικρατέστερο φαινόμενο στα έως τώρα πειράματα. Ακολούθως για την κατανομή των κρυστάλλων εξετάστηκε και η περίπτωση όπου η κρυστάλλωση γίνεται στο διάλυμα. Προσομοιώθηκαν πειράματα καταβύθισης αλάτων σε ακόρεστο πορώδες μέσο καθώς και σε κορεσμένο με ελαϊκή φάση. Πραγματοποιήθηκε σύγκριση των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης με τα αντίστοιχα πειραματικά αποτελέσματα προκειμένου να σχεδιαστούν βελτιωμένα συστήματα επιλεκτικής καταβύθισης αλάτων σε πορώδεις σχηματισμούς.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα έρευνα έχει συγχρηματοδοτηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο - ΕΚΤ) και από εθνικούς πόρους μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» του Εθνικού Στρατηγικού Πλαισίου Αναφοράς (ΕΣΠΑ) υπό την δράση Αριστεία II (Κωδ. Έργου 4420).

ΘΕΜΑΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

1. Φαινόμενα Μεταφοράς
2. Φυσικές Διεργασίες