



ΕΛΙΔΕΚ.
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

Περιγραφή Χρηματοδοτούμενου Ερευνητικού Έργου
1η Προκήρυξη Ερευνητικών Έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την
ενίσχυση των Μελών ΔΕΠ και Ερευνητών/τριών και την
προμήθεια ερευνητικού εξοπλισμού μεγάλης αξίας

Τίτλος Ερευνητικού Έργου:

Βελτιωμένη εξόρυξη πετρελαίου με νανοσωματίδια επικαλυμμένα με πολυμερή (EOR-PNP)

Επιστημονικός Υπεύθυνος:

Δρ. Χρήστος Τσακίρογλου, Διευθυντής Ερευνών, ΙΤΕ/ΙΕΧΜΗ

Φιλικός προς τον αναγνώστη τίτλος:

Χρήση της νανοτεχνολογίας στη βελτιωμένη ανάκτηση πετρελαίου (EOR) από υπόγειους ταμιευτήρες

Επιστημονική Περιοχή:

Επιστήμες Μηχανικής & Τεχνολογία / Χημική Μηχανική

Φορέας Προέλευσης και Χώρα: ΙΤΕ / ΙΕΧΜΗ, Ελλάδα

Φορέας Υποδοχής: ΙΤΕ / ΙΕΧΜΗ

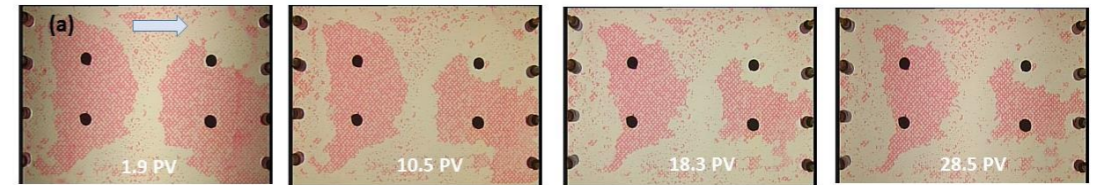
Συνεργαζόμενοι Φορείς:

(1) Institut Francais du Petrole Energies nouvelles, Geosciences Division (France)

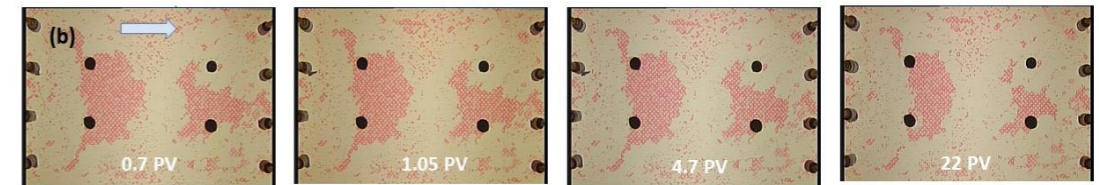
(2) University of Waterloo, Department of Chemical Engineering (Canada)

Ιστοσελίδα προβολής του

Έργου: <http://eorpnp.iceht.forth.gr>



Νερό εκτοπίζει κ-δωδεκάνιο (κόκκινο χρώμα) σε δίκτυο πόρων χαραγμένων σε γυαλί (φυσικό μοντέλο της δευτερογενούς εξόρυξης πετρελαίου)



Αιώρημα νανοσωματιδίων (~30 nm) SiO₂ συγκέντρωσης 1% εκτοπίζει μέρος του υπολειπόμενου κ-δωδεκάνιου (βελτιωμένη εξόρυξη πετρελαίου με νανοσωματίδια)



Ποσό Χρηματοδότησης: 187 989 €

Διάρκεια Χρηματοδότησης: 1/1/2020-31/12/2022

Σύνοψη Ερευνητικού Έργου

Η συνολική ανάκτηση πετρελαίου κατά την πρωτογενή και δευτερογενή εξόρυξη κυμαίνονται από 35% έως 45% ενώ μια τριτοβάθμια μέθοδος εξόρυξης που μπορεί να ενισχύσει τον συντελεστή ανάκτησης κατά 10-30% θα μπορούσε να συμβάλει περαιτέρω στον ενεργειακό εφοδιασμό. Η χρήση νανοσωματιδίων στις διεργασίες βελτιωμένης ανάκτησης πετρελαίου (EOR) αποτελεί μια αναδυόμενη και πολύ ελπιδοφόρα προσέγγιση. Ο γενικός στόχος του προτεινόμενου έργου είναι να βελτιστοποιήσει τις ιδιότητες των επικαλυμμένων με πολυμερή νανοσωματιδίων (PNPs) προς την κινητοποίηση υπολειπόμενου πετρελαίου από πορώδεις ταμιευτήρες υδρογονανθράκων. Νανοσωματίδια επικαλυμμένα με πολυμερή (PNP) θα συντεθούν, σταθεροποιηθούν σε υδατικά μέσα με σύσταση παρόμοια με εκείνη της άλμης των κοιτασμάτων υδρογονανθράκων (π.χ. υψηλή αλατότητα) και οι ιδιότητες τους θα βελτιστοποιηθούν στη κατεύθυνση της κινητοποίησης υπολειπόμενων και παγιδευμένων γαγγλίων πετρελαίου από τον πορώδη χώρο. Με βάση τα PNPs, θα αναπτυχθούν και θα χαρακτηρισθούν αιωρήματα, γαλακτώματα και αφροί που θα δοκιμαστούν ως μέσα χημικής πλημμύρας σε μοντέλα πορώδη μέσα (δίκτυα πόρων χαραγμένα σε γυαλί και κλίνες άμμου) και πυρήνες πετρωμάτων. Με βάση τα αποτελέσματα των δοκιμών, η σύνθεση και οι ιδιότητες των «έξυπνων ρευστών» που βασίζονται στα PNPs θα διορθώνονται συνεχώς μέσω ενός σχήματος «προσαρμοστικού ελέγχου» ώστε να επιλεγούν τα πιο αποδοτικά από τεχνική και οικονομική πλευρά ρευστά. Παράλληλα, θα αναπτυχθεί ένας αριθμητικός εξομοιωτής της πολυφασικής ροής και μεταφοράς των «έξυπνων ρευστών» σε ψηφιακά πορώδη μέσα, ανακατασκευασμένα από 3-διάστατες εικόνες υπολογιστικής μικρο-τομογραφίας πετρωμάτων κοιτασμάτων. Η ανάπτυξη και βαθμονόμηση του εξομοιωτή θα γίνει σε αναφορά με αποτελέσματα από πειράματα σε μοντέλα πορώδη μέσα, ενώ η επαλήθευση του θα πραγματοποιηθεί σε σχέση με πειράματα σε πυρήνες πετρωμάτων.

Πρωτοτυπία του Ερευνητικού Έργου

Μέχρι τώρα, δεν έχει καθιερωθεί ένας αποτελεσματικός συνδυασμός των πλεονεκτημάτων των νανο-υλικών που χρησιμοποιούνται σε διεργασίες EOR και δεν έχουν πραγματοποιηθεί συστηματικές προσπάθειες για τον περιορισμό της συσσωμάτωσης νανοσωματιδίων μέσω του ελέγχου του μοριακού βάρους και της αρχιτεκτονικής των πολυμερών. Αν και τα νανοσωματίδια μεταβάλλουν τη διαβροχή των πετρωμάτων και μειώνουν την διεπιφανειακή τάση μεταξύ πετρελαίου και νερού ή νερού και αέρα, οδηγώντας σε πιο σταθερά γαλακτώματα και αφρούς, η αποτελεσματικότητά τους ως μέσων βελτιωμένης ανάκτησης πετρελαίου παραμένει αδιευκρίνιστη.

- Θα αναπτυχθούν πολυμερή με σχεδιασμένη και λεπτομερώς ρυθμισμένη αρχιτεκτονική (πολυμερή τύπου κτένας, συμπολυμερή, μετα-εμβολιασμένα νανοσωματίδια) ώστε (α) να βελτιστοποιηθούν οι ιδιότητες των επιστρωμένων με πολυμερές νανοσωματιδίων (PNP), (β) να παραχθούν σταθεροποιημένα με PNP γαλακτώματα ελαϊκής / υδατικής φάσης και αφοί CO₂ και (iii) να χρησιμοποιηθούν "έξυπνα ρευστά" για την βελτιωμένη ανάκτηση πετρελαίου από πρότυπα πορώδη μέσα και πετρώματα ταμιευτήρων κάτω από προοδευτικά αντίξοες συνθήκες (υψηλή αλατότητα, υψηλή συγκέντρωση δισθενών κατιόντων).
- Η ταξινόμηση και επιλογή των βέλτιστων PNPs θα βασιστεί σε ένα σχήμα ανάδρασης ("προσαρμοστικού ελέγχου") που θα λαμβάνει υπόψη: (α) τη σταθερότητα των PNP σε αντίξοες συνθήκες (π.χ. υψηλή αλατότητα), (β) την ικανότητα των PNP να προσροφώνται σε διεπιφάνειες ελαϊκής/υδατικής φάσης & αέριας/υδατικής φάσης και να μεταβάλλουν τις διεπιφανειακές ιδιότητες, (γ) την ικανότητα των PNPs να παράγουν ευσταθή γαλακτώματα ελαίου σε νερό και αφρούς CO₂, (δ) την κινητικότητα των PNP και παραγόμενων γαλακτωμάτων / αφρών σε πορώδη μέσα προοδευτικά αυξανόμενης πολυπλοκότητας (δίκτυα πόρων χαραγμένα σε γυαλί, κλίνες άμμου, πυρήνες πετρωμάτων), (ε) την ικανότητα των χημικών που βασίζονται στα PNPs να διεγείρουν την κινητοποίηση των παγιδευμένων γαγγλίων πετρελαίου.
- Διεργασίες EOR μέσω διοχέτευσης ρευστών που έχουν ως βάση PNP θα προσομοιωθούν σε 3-διάστατα δίκτυα πόρων ανακατασκευασμένα από εικόνες υπολογιστικής μικρο-τομογραφίας πετρωμάτων, το προσομοιωμένο μοτίβο της μεταβατικής εκτόπισης του υπολειπόμενου πετρελαίου θα αξιολογηθεί έναντι πειραμάτων που θα πραγματοποιηθούν σε πυρήνες πετρωμάτων και οι ιδιότητες των PNP μαζί με χαρακτηριστικά της πορώδους δομής θα συσχετισθούν με την απόδοση ανάκτησης πετρελαίου.

Αναμενόμενα αποτελέσματα & Αντίκτυπος του Ερευνητικού Έργου

- Ανάπτυξη νανοσωματιδίων επικαλυμμένων με πολυμερές (PNPs) με εμβολιασμό επαρκώς συντεθειμένων πολυμερών στην επιφάνεια των νανοσωματιδίων έτσι ώστε να βελτιστοποιηθεί η κολλοειδής σταθερότητα / μακροζωία τους.
- Ανάπτυξη τύπου Pickering γαλακτωμάτων ελαϊκής-σε-υδατική φάση και αφρών CO₂ με τη χρήση των PNP ως σταθεροποιητικών παραγόντων.
- Συσχέτιση της σταθερότητας και της μακροζωίας των αιωρημάτων / γαλακτωμάτων / αφρών που βασίζονται σε PNP με τη σύνθεση (pH, ιοντική ισχύ, αλατότητα, συγκέντρωση δισθενών ιόντων) του υδατικού μέσου.
- Συσχέτιση των ιδιοτήτων PNP με την ικανότητά τους να κινητοποιούν γάγγλια πετρελαίου μέσα από γυάλινα δίκτυα πόρων και στήλες άμμου.
- Συσχέτιση των ιδιοτήτων PNP (τύπος νανοσωματιδίου / τύπου πολυμερούς / σύνθεση υδατικής φάσης) με την EOR απόδοση σε πυρήνες πετρωμάτων.
- Αριθμητική μοντελοποίηση της μεταφοράς PNP νανορευστών σε 3-διαστατα δίκτυα πόρων που αναπαράχθηκαν από εικόνες υπολογιστικής τομογραφίας πετρωμάτων.
- Ανάλυση κόστους / οφέλους και επιλογή των πλέον αποτελεσματικών "έξυπνων ρευστών" για διεργασίες EOR.

Απήχηση στην Επιστήμη. Οι μεθοδολογίες που θα αναπτυχθούν στο EOR-PNP θα συνεισφέρουν όχι μόνο στην ανάπτυξη οικονομικά αποδοτικών και τεχνικά αποτελεσματικών μεθόδων EOR αλλά και στη παραγωγή καινοτόμου γνώσης χρήσιμης σε άλλες τεχνολογικές περιοχές όπως η απορρύπανση εδαφών και ταμειυτήρων υπογείων υδατων.

Οικονομική απήχηση. Υποθέτοντας ότι οι τιμές του πετρελαίου θα αρχίσουν να ανεβαίνουν και ο κλάδος της εξόρυξης υδρογονανθράκων θα αρχίσει προοδευτικά να ανακτά τη δυναμική του, η αγορά χημικών προϊόντων για διεργασίες EOR αναμένεται να σημειώσει υψηλή ανάπτυξη. Μακροπρόθεσμα, το EOR-PNP θα μπορούσε να οδηγήσει σε κατοχύρωση κάποιων «έξυπνων ρευστών» και στην εμπορική του αξιοποίηση τους για χημικές πλημμύρες σε πετρελαιοφόρα πετρώματα.

Απήχηση στην κοινωνία. Η νοτιοανατολική Μεσόγειος βρίσκεται στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος των επενδυτών, μετά από ευρήματα υδρογονανθράκων στις γειτονικές χώρες. Οι προσφορές για εξερεύνηση υδρογονανθράκων στο Ιόνιο Πέλαγος και νοτιοδυτικά της Κρήτης ξεκίνησαν από την ελληνική κυβέρνηση. Το EOR-PNP θα συνεισφέρει στη δημιουργία της «κοινωνίας της γνώσης» εκπαιδεύοντας μία νέα γενιά επιστημόνων και μηχανικών με δυνατότητα να απασχοληθούν στην αναπτυσσόμενη βιομηχανία εξόρυξης υδρογονανθράκων στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό.

Η σημασία της χρηματοδότησης

- Διαθεσιμότητα πόρων για βασική και εφαρμοσμένη έρευνα στον τομέα της μηχανικής ταμιευτήρων υδρογονανθράκων που δεν χρηματοδοτείται από άλλα Εθνικά, Ευρωπαϊκά Προγράμματα
- Αξιοποίηση τεχνογνωσίας, εμπειρίας και υποδομών που αναπτύχθηκαν στην επιστημονική περιοχή των πολυφασικών ροών σε πορώδη μέσα και του χαρακτηρισμού πορωδών υλικών με εφαρμογές στην εξάπλωση ρύπων στο υπέδαφος και ανάπτυξη τεχνολογιών επιτόπιας απορρύπανσης εδαφών και υπογείων υδάτων
- Ανάπτυξη και ενδυνάμωση διεθνών συνεργασιών με Ερευνητικά Ιδρύματα και Πανεπιστήμια που πρωτοπορούν σε μελέτες φυσικοχημικών διεργασιών σε πορώδη μέσα και προηγμένων μεθόδων παραγωγής υδρογονανθράκων
- Εκπαίδευση νέων μεταπτυχιακών και προπτυχιακών σπουδαστών στις διεπιφάνειες Χημείας Υλικών και Φαινομένων Μεταφοράς / Ρευστομηχανικής, με εφαρμογές τόσο στην αξιοοίηση κοιτασμάτων υδρογονανθράκων όσο και στην προστασία περιβάλλοντος



ΕΛΙΔΕΚ.
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Λ. Συγγρού 185 & Σάρδεων 2
ΤΚ. 17121, Νέα Σμύρνη, Ελλάδα
210 64 12 410, 420
communication@elidek.gr
www.elidek.gr