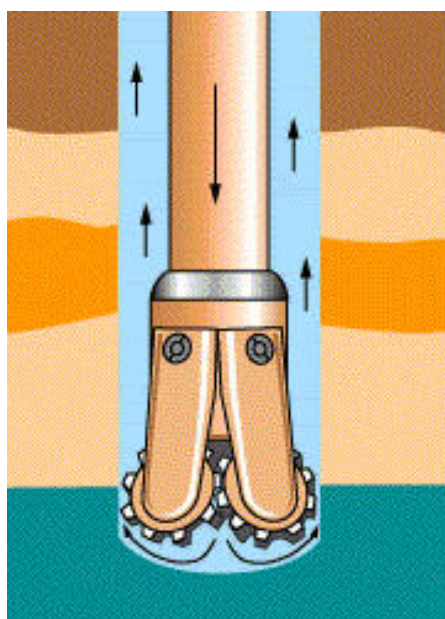


**ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
Π.Μ.Σ. ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ**

ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

**ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΠΟΛΤΟΥ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ ΣΤΙΣ
ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ
ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΤΙΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ
Ν. ΡΥΣΙΟΥ ΚΑΙ ΚΥΜΙΝΩΝ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**



Από τον μεταπτυχιακό φοιτητή:

ΒΛΑΜΙΔΗ ΙΩΑΝΝΗ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΦΥΤΙΚΑΣ ΜΙΧΑΗΛ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2005

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	1
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	4
<u>(1). ΤΟ ΓΕΩΤΡΗΤΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ (ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ-ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ)</u>	5
1.1 Κύρια Διάτρηση	5
1.2 Υδραυλική Περιτροφική Διάτρηση με Κανονική Κυκλοφορία	6
1.3 Το Κοπτικό Άκρο – Τρυπάνι	7
1.4 Το Κύκλωμα του Πολτού Διάτρησης	8
<u>(2). ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΡΟΗΣ ΤΟΥ ΠΟΛΤΟΥ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ</u>	10
2.1 Ρεολογία	10
2.2 Θιξοτροπική Συμπεριφορά των Πολτών Διάτρησης	10
2.3 Τάση διάτμησης-Ρυθμός διάτμησης (Shear Stress- Shear Rate)	10
2.4 Πλαστικό Ιξώδες	12
2.5 Σημείο απόδοσης (Yield Point)	13
2.6 Αντοχή συνεκτικότητας (Gel Strength)	14
<u>(3). ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΠΟΛΤΟΥ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ</u>	16
3.1 Ενυδάτωση των Αργίλων	17
3.2 Διαδικασίες Σύνδεσης των Σωματιδίων της Αργίλου	19
3.3 Ποιότητα των Αργίλων (Yield Of Clays)	21
3.4 Παράγοντες που Επηρεάζουν την Απόδοση των Αργίλων	22
3.5 Επίδραση του pH	26
<u>(4). ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΟΥ ΠΟΛΤΟΥ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ</u>	27
<u>(5). ΑΡΓΙΛΟΙ</u>	35
5.1 Μπεντονίτης	35
5.2 Ατταπουλγίτης	38
<u>(6). ΔΙΗΘΗΣΗ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΑΠΩΛΕΙΑΣ ΠΟΛΤΟΥ</u>	39
6.1 Θεμελιώδεις Αρχές Διήθησης	39
6.2 Προβλήματα που Προκύπτουν από Ακατάλληλο Έλεγχο Διήθησης	40
6.3 Παράγοντες που Επηρεάζουν τη Διήθηση	41
6.4 Μέσα ελέγχου της διήθησης	44
6.5 Προσθετικά για τον Έλεγχο της Απώλειας Ρευστού	45

<u>(7). WEIGHTING MATERIALS</u>	48
<u>(8). ΥΛΙΚΑ ΑΡΑΙΩΣΗΣ ΤΟΥ ΠΟΛΤΟΥ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΗΣ ΔΙΗΘΗΣΗΣ</u>	51
8.1 Αραιωτές	52
8.2 Χημική επεξεργασία	53
8.3 Οργανικοί Διαλύτες	54
<u>(9). ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΑΛΑΚΤΩΜΑΤΩΝ</u>	58
9.1 Επίδραση Πρόσθετου Πετρελαίου στις Ιδιότητες του Πολτού	59
9.2 Σταθερότητα Γαλακτώματος	59
<u>(10). "ΜΟΛΥΝΣΗ" ΤΟΥ ΠΟΛΤΟΥ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ</u>	61
10.1 Ιξώδες-αντοχή συνεκτικότητας-διήθηση σε διάφορες συνθήκες ισορροπίας της αργίλου	62
10.2 Χλωριούχο νάτριο	64
10.3 Ροή αλατούχου νερού	64
10.4 Σχηματισμοί εβαπορίτων	65
10.5 Σχηματισμοί αλατούχων πετρωμάτων	66
10.6 Θεϊκό ασβέστιο	66
10.7 Τσιμέντο	67
10.8 Άλλα δισθενή ιόντα	67
10.9 Περιπτώσεις Μολύνσεως και Τρόποι Αντιμετώπισης	68
<u>(11). ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΤΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΤΟΥ ΠΟΛΤΟΥ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ</u>	72
11.1 Συμπεριφορά του Ρευστού και Πρότυπα Ροής	72
11.2 Απότομη Αύξηση της Πίεσης	75
11.3 Μεταφορική Ικανότητα των Ρευστών Διάτρησης	76
<u>(12). ΔΙΑΓΡΑΦΙΕΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΠΟΛΤΟΥ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ</u>	78
11.1 Αντίσταση Σχηματισμού	79
11.2 Κατανομή των Ρευστών και των Αντιστάσεων σε Διαπερατό Στρώμα που Δέχεται τη Διήθηση του Πολτού	80
11.3 Πληροφορίες που Παίρνουμε από τις Διαγραφίες	82
11.4 Τύποι Διαγραφιών	82
11.4.1 Διαγραφίες Αυτόματης Πόλωσης (Spontaneous Potential)	82
11.4.2 Ηλεκτρικές Διαγραφίες	84
11.4.3 Διαγραφίες Ραδιενέργειας	85
11.4.5. Ηχητικές Διαγραφίες	87

<u>(13). ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΠΟΥ ΕΓΙΝΕ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ</u>	88
13.1.1 Σκοπός της Γεώτρησης στο Νέο Ρύσιο Θεσ/νίκης	88
13.2 Γεωλογία της Περιοχής	91
13.3 Στρωματογραφία	95
13.4 Διαμόρφωση του Χώρου Εργασιών	96
13.5 Χαρακτηριστικά του Γεωτρύπανου	97
13.6 Υδραυλική Περιστροφική Διάτρηση	97
13.7 Κυκλοφορία του Πολτού Διάτρησης	99
13.8 Διεύρυνση της Γεώτρησης και Μόνιμοι Σωλήνωση	100
13.9 Στοιχεία Άντλησης	101
<u>(14). ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΟΥ ΠΟΛΤΟΥ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ</u>	102
14.1 Μέτρηση Ιξώδους	102
14.2 Μέτρηση Πυκνότητας	105
14.3 Μέτρηση Θερμοκρασίας	106
14.4 Μέτρηση Αγωγιμότητας	107
14.5 Μετρήσεις pH, Ca, N, S, Cl, % ΣΤΕΡΕΩΝ	108
<u>(15). ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΟΥ ΠΟΛΤΟΥ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ</u>	111
15.1 Γεώτρηση στο Ν. Ρυσίο	111
15.2 Συμπεράσματα για τη Γεωθερμική Γεώτρηση στο Ν. Ρυσίο	119
15.3 Γεώτρηση στα Κύμινα	121
15.4 Συμπεράσματα για την Υδρογεώτρηση στα Κύμινα	129
15.5 Τελικά Συμπεράσματα	130
<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u>	132

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Οι λόγοι για τους οποίους γίνεται μια γεώτρηση, είναι η αναζήτηση και η άντληση πετρελαίου, αερίων ή νερού, η εξακρίβωση της σύστασης του υπεδάφους προκειμένου να εκμεταλλευτούμε τα υπάρχοντα ορυκτά ή της στερεότητας του όταν πρόκειται να γίνουν μεγάλα τεχνικά έργα (γέφυρες, φράγματα, δρόμοι, κτλ.). Οι γεωτρήσεις διακρίνονται σε ερευνητικές και σε γεωτρήσεις εκμετάλλευσης ή παραγωγικές.

Κατά τη διάρκεια της γεώτρησης, διοχετεύεται μέσο των στελεχών του γεωτρύπανου, ένας πολτός, που πολλές φορές μπορεί να είναι ειδικά παρασκευασμένος. Ο πολτός περνάει μέσα και φτάνει κάτω από την κεφαλή της διατρητικής στήλης και επανέρχεται στην επιφάνεια από το χώρο μεταξύ των στελεχών και των τοιχωμάτων.

Ένα από τα ουσιώδη χαρακτηριστικά ενός γεωτρητικού συγκροτήματος είναι ότι διαθέτει σύστημα κυκλοφορίας του πολτού διάτρησης. Για αυτό τον λόγο πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης. Οι ιδιότητες και η λειτουργία του πολτού διάτρησης αποτελούν το αντικείμενο της παρούσας διατριβής.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την εταιρεία «ΓΕΩΡΕΥΝΑ Ο.Ε.» και προσωπικά τον κ. Παπαευαγγέλου Βασίλη που έδωσε την δυνατότητα παρακολούθησης των γεωτρήσεων καθώς και για την παροχή απαραίτητων στοιχείων, όπως και τους γεωτρυπανιστές της εταιρείας για την άρτια συνεργασία μας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Παπακωνσταντίνου Κώστα για την σημαντική συνεισφορά του και βοήθεια καθώς και για την παροχή οργάνων απαραίτητων για την εκτέλεση των μετρήσεων.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον υπεύθυνο καθηγητή μου κ. Φυτίκα Μιχάλη, που εκτός από τις πολύτιμες συμβουλές του, μου έδωσε τη δυνατότητα πραγματοποίησης αυτής της εργασίας, όπως επίσης και τους καθηγητές κ. Δημόπουλο Γεώργιο και Χρηστάρα Βασίλειο όπου σαν μέλη της τριμελούς επιτροπής οι παρατηρήσεις τους ήταν ιδιαίτερα χρήσιμες και πολύτιμες.

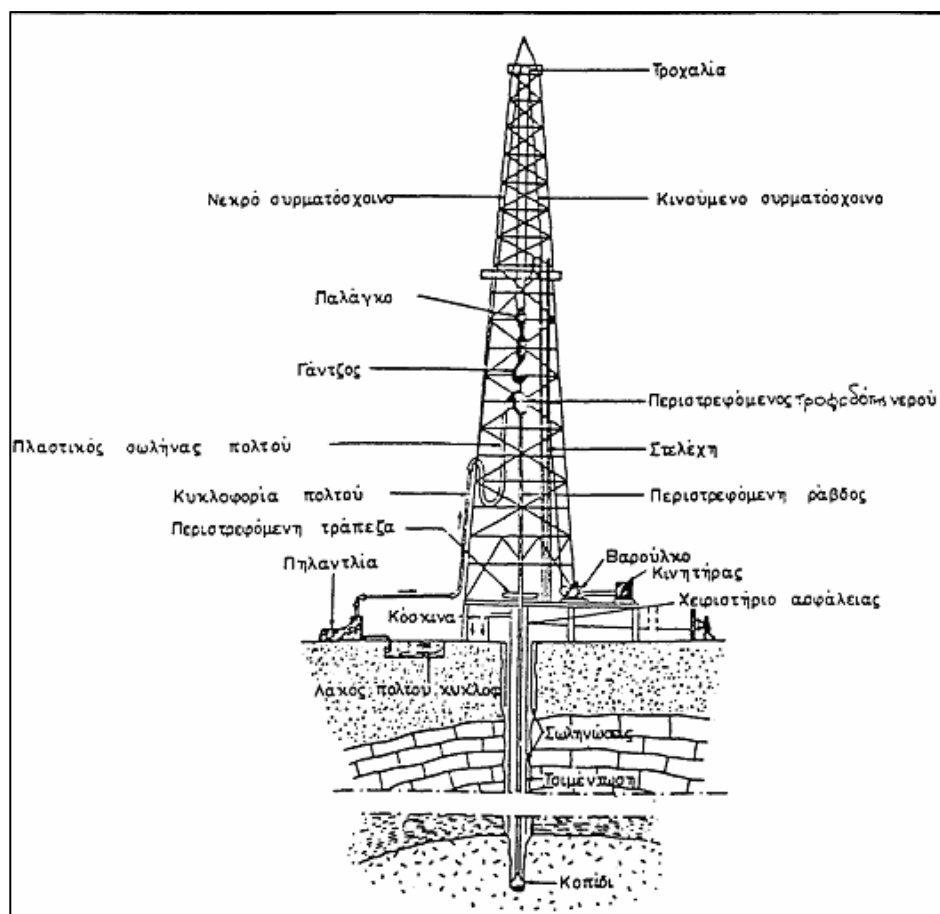
(1) ΤΟ ΓΕΩΤΡΗΤΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ (ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ-ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ)

1.1 Κύρια Διάτρηση

Υπάρχουν δυο κύριοι τύποι διάτρησης: η κρουστική και η περιστροφική. Η κρουστική διάτρηση επιτυγχάνεται με τη ρυθμική επαναλαμβανόμενη κρούση ενός ειδικού μεταλλικού κοπτικού άκρου στον πυθμένα της οπής, πράγμα που προκαλεί τη θραύση και την πολτοποίηση του πετρώματος. Στην συνέχεια, το πολτοποιημένο πέτρωμα ανασύρεται στην επιφάνεια με τη βοήθεια του κάδου καθαρισμού. Η διάτρηση αυτού του τύπου δεν είναι διαδεδομένη λόγω των σημαντικών μειονεκτημάτων που παρουσιάζει, όπως ο αργός ρυθμός διάτρησης, το περιορισμένο βάθος των γεωτρήσεων, η ανάγκη συχνών και επαναλαμβανόμενων σωληνώσεων, με συνέπεια τη μείωση της διαμέτρου, τον κίνδυνο παραμονής και απώλειας των σωλήνων και τον περιορισμό σε κατακόρυφες μόνο γεωτρήσεις.

Η περιστροφική διάτρηση είναι πιο συνηθισμένη, γιατί δεν παρουσιάζει τα παραπάνω μειονεκτήματα. Πραγματοποιείται με συνεχή περιστροφή του κοπτικού άκρου, η οποία μεταδίδεται σ' αυτό από τον κινητήρα μέσω των απαραίτητων στελεχών. Υπάρχουν τρεις μέθοδοι περιστροφικής διάτρησης.

- Υδραυλική με κανονική κυκλοφορία.
- Ανάστροφη κυκλοφορία και χρήση αεροσυμπιεστή. Το ρευστό κυκλοφορίας είναι νερό που κατέρχεται με τη βαρύτητα μεταξύ των τοιχωμάτων και των στελεχών, ενώ αντλείται με ισχυρή αντλία ή αεροσυμπιεστή μέσα από τα στελέχη.
- Με αέρα και/ή χωρίς σαπούνι. Με τη χρήση αεροσυμπιεστή κατέρχεται μέσα από τη στήλη αέρας και/ή υγρό σαπούνι, δημιουργώντας αφρό, που ανεβάζει τα τρίμματα στην επιφάνεια μέσα από το χώρο μεταξύ της διατρητικής στήλης και των τοιχωμάτων.



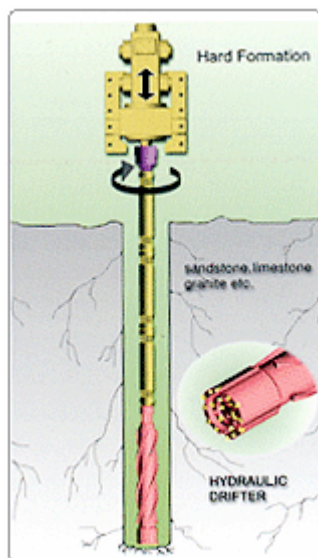
Εικόνα 1 : Σχηματική παράσταση περιστροφικού γεωτρήπανου

1.2 Υδραυλική Περιστροφική Διάτρηση με Κανονική Κυκλοφορία

Η υδραυλική περιστροφική διάτρηση χαρακτηρίζεται από την κίνηση ενός συνεχώς περιστρεφόμενου κοπτικού άκρου και τη συνεχή κυκλοφορία ειδικού πολλού διάτρησης ή "λάσπης" (drilling mud).

Η διατρητική στήλη (κοπτικό άκρο, οδηγός και διαδοχικά στελέχη) αποτελεί το μέσο καθόδου και ανόδου του κοπτικού άκρου, μεταδίδει σ' αυτό την περιστροφική κίνηση, και την απαραίτητη συμπληρωματική πίεση (με κατάλληλο υδραυλικό σύστημα αλλά και το βάρος της όλης στήλης), που είναι απαραίτητη για την θραύση του πετρώματος.

Η κίνηση της διατρητικής στήλης μεταδίδεται από τον κινητήρα και τον άξονα του προς την τράπεζα περιστροφής, με τη μεσολάβηση κατάλληλων «γραναζιών» που βρίσκονται δίπλα από το χειριστήριο του γεωτρήπανου. Η «τράπεζα» περιστρέφει τη «ράβδο», που παράλληλα μπορεί και ολισθαίνει κατακόρυφα, για να επιτρέψει την



Εικόνα 2 : Περιστροφική διάτρηση σε σκληρό σχηματισμό

προώθηση (προς τα κάτω ή προς τα πάνω) της διατρητικής στήλης. Η σωληνωτή διατρητική στήλη αποτελεί επίσης το μέσον καθόδου του πολτού από την επιφάνεια μέχρι το κοπτικό άκρο. Η λάσπη διάτρησης στη συνέχεια, εξερχόμενη του κοπτικού άκρου, ανέρχεται από τον πυθμένα στην επιφάνεια του εδάφους, συνήθως στον χώρο μεταξύ της διατρητικής στήλης και των τοιχωμάτων ή των πρόχειρων σωληνώσεων.

Ο πολτός διάτρησης παραλαμβάνεται από κατάλληλη δεξαμενή, με ειδικό λαστιχένιο σωλήνα υψηλής πίεσης. Με τη βοήθεια ειδικής αντλίας κυκλοφορίας, ανεβαίνει στο άνω τμήμα της διατρητικής στήλης και, μέσω μιας κατάλληλης περιστρεφόμενης κεφαλής εισπίεσεως (swivel), εισέρχεται στο εσωτερικό των στελεχών και κατεβαίνει με πίεση μέχρι το κοπτικό άκρο. Στη συνέχεια ανεβαίνει με την ίδια του την πίεση μέχρι την επιφάνεια και μετά στη δεξαμενή, όπου περνάει από κατάλληλα κόσκινα και σίτες, στα οποία συγκρατούνται τα τρίμματα των πετρωμάτων.

Η κυκλοφορία αυτή λέγεται κανονική, ενώ η διάτρηση και ο καθαρισμός της γεώτρησης είναι συνεχής. Η ταχύτητα, με την οποία ο πολτός διάτρησης ανεβαίνει προς την επιφάνεια, είναι μεγαλύτερη από αυτήν με την οποία πέφτουν τα τρίμματα προς τον πυθμένα και έτσι τα τελευταία παρασύρονται προς την επιφάνεια.

1.3 Το Κοπτικό Άκρο – Τρυπάνι

Το κοπτικό άκρο είναι εκείνο το μέρος του γεωτρητικού εξοπλισμού το οποίο δημιουργεί το φρεάτιο της γεωτρήσεως. Το κοπτικό άκρο διατίθεται σε πολυάριθμους τύπους και μορφές και αποτελεί το πιο εξειδικευμένο από κάθε άλλο στοιχείο του γεωτρυπάνου.



Εικόνα 3 : Τρίγωνο κοπτικό άκρο

Οι σχέσεις μεταξύ του κοπτικού άκρου και των άλλων στοιχείων του γεωτρυπάνου είναι οι ακόλουθες :

- Ο πύργος, οι τροχαλίες, τα συρματόσχοινα διατρήσεως, η διατρητική στήλη και το βαρούλκο με τους κινητήρες του έχουν την αποστολή την διατήρηση και την περιστροφή του

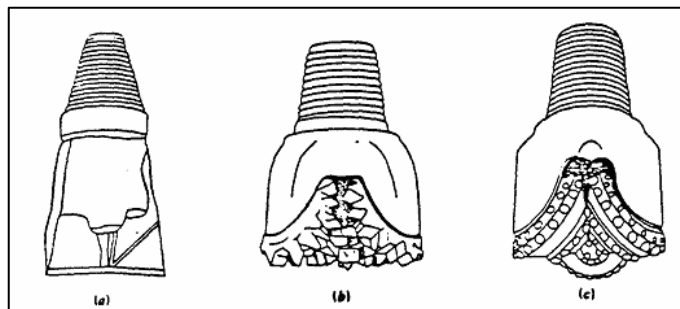
Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

κοπτικού άκρου στο βάθος της γεωτρήσεως.

- Η περιστρεφόμενη τράπεζα (rotary table) και το διατρητικό στέλεχος μεταδόσεως της περιστροφής έχουν αποστολή την παροχή και την μετάδοση της περιστροφής και της ικανότητας διατρήσεως στο κοπτικό άκρο.
- Οι αντλίες του πολτού με τους κινητήρες τους και η κεφαλή εισπίεσεως έχουν αποστολή την μεταφορά των τριμμάτων των πετρωμάτων από τον πυθμένα της γεωτρήσεως στην επιφάνεια και τη διατήρηση καθαρού του κοπτικού άκρου.

Η αμοιβαία επίδραση κοπτικού άκρου και γεωλογικού σχηματισμού βοηθά τον γεωτρυπανιστή να καθορίσει τις ακόλουθες μεταβλητές :

- I. Ταχύτητα περιστροφής
- II. Απαιτούμενο βάρος στο κοπτικό άκρο
- III. Παροχή και πίεση του πολτού που κυκλοφορεί στη γεώτρηση
- IV. Χρονική στιγμή ανέλκυσης του φθαρμένου κοπτικού άκρου για να αντικατασταθεί από καινούργιο

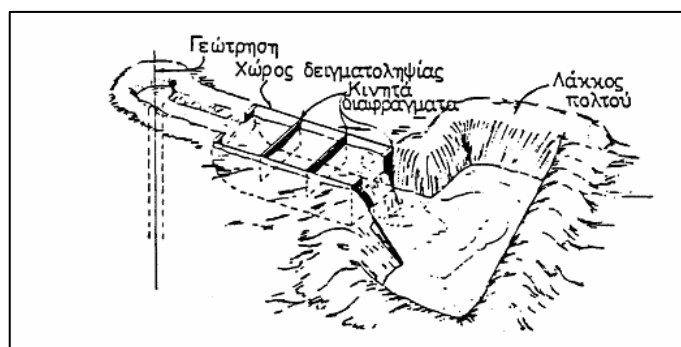


Εικόνα 4 : Κοπίδια περιστροφικής διάτρησης : a) τρίφτερο b) τρίκωνο c) τρίκωνο με καρβίδια

1.4 Το Κύκλωμα του Πολτού Διάτρησης

Για να πραγματοποιηθεί η περιστροφική διάτρηση είναι απαραίτητο να κινηθεί ένα ρευστό μέσα στο εσωτερικό των διατρητικών στελεχών, γύρω από το κοπτικό άκρο και στη συνέχεια να ανέβει στην επιφάνεια από το δακτυλιοειδές διάστημα μεταξύ των διατρητικών στελεχών και των τοιχωμάτων της γεωτρήσεως ή της σωληνώσεως.

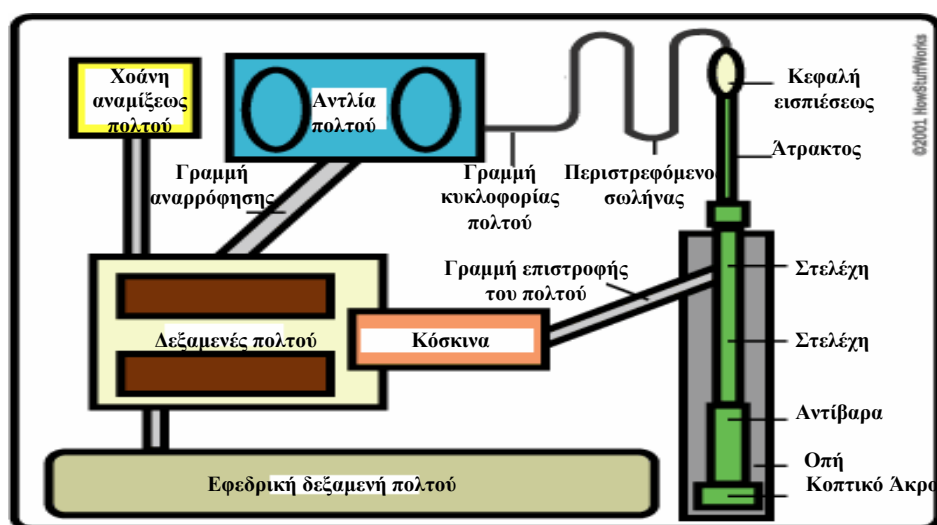
Το ρευστό που κυκλοφορεί έχει σαν βάση άλλοτε το νερό και άλλοτε το πετρέλαιο με δυνατότητα προσθήκης μεγάλων ποσοτήτων διαφόρων χημικών ουσιών και στις δύο περιπτώσεις,



Εικόνα 5 :Δεξαμενή του πολτού διάτρησης

Το ρευστό, με τη βοήθεια αντλιών, κυκλοφορεί δια μέσου της διατρητικής στήλης και του δακτυλιοειδούς διαστήματος και συγκεντρώνεται στην επιφάνεια σε δεξαμενές καταλλήλων διαστάσεων. Η πρώτη δεξαμενή από την οποία περνά το ρευστό είναι συνήθως η "δεξαμενή καθιζήσεως" όπου διαχωρίζονται με τη βαρύτητα από το ρευστό τα τρίμματα που ανέρχονται μαζί του από την γεώτρηση. Έπειτα το ρευστό περνά στη "δεξαμενή αναρροφήσεως" από την οποία θα τροφοδοτήσει και πάλι την κυκλοφορία.

Η χρησιμοποίηση των ρευστών διατρήσεως δημιουργεί προβλήματα αλλά και εμφανίζει σημαντικά πλεονεκτήματα. Τα προβλήματα αναφέρονται στη ρύθμιση των χαρακτηριστικών του ρευστού αλλά μετασχηματίζονται σε πλεονεκτήματα λόγω των ωφελιμάτων που προκύπτουν από τα υδραυλικά αποτελέσματα.



Εικόνα 6 : Σύστημα κυκλοφορίας του πολτού διάτρησης

(2). ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΡΟΗΣ ΤΟΥ ΠΟΛΤΟΥ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ

2.1 Ρεολογία

Ρεολογία είναι η επιστήμη της παραμόρφωσης και της ροής της ύλης. Όταν γίνονται συγκεκριμένες μετρήσεις σε ένα ρευστό μπορεί να καθοριστεί ο τρόπος που θα ρέει αυτό το ρευστό κάτω από μια ποικιλία διαφορετικών συνθηκών. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να σχεδιαστεί ένα σύστημα κυκλοφορίας το οποίο θα μπορεί να εκπληρώνει συγκεκριμένους στόχους.

2.2 Θιξοτροπική Συμπεριφορά των Πολτών Διάτρησης

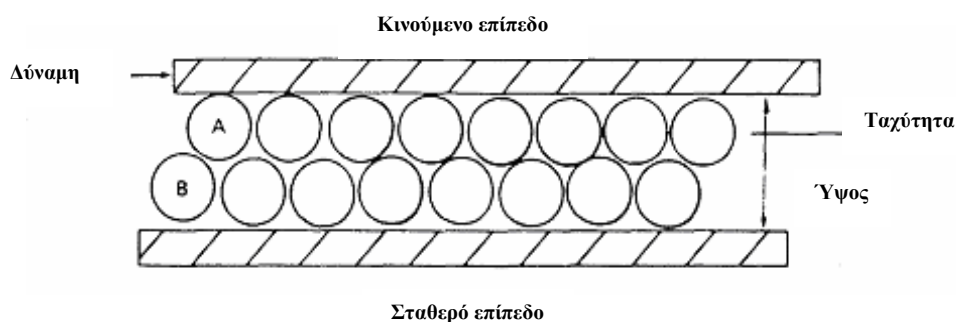
Η θιξοτροπία είναι η ιδιότητα που παρουσιάζουν ορισμένα ρευστά τα οποία σχηματίζουν μία δομή ζελατίνης όταν μένουν ακίνητα για ένα χρονικό διάστημα και ξαναγίνονται ρευστά μετά από ανακίνηση. Το μεγαλύτερο μέρος των πολτών με νερό παρουσιάζουν αυτή την ιδιότητα εξαιτίας της παρουσίας ηλεκτρικά φορτισμένων σωματιδίων τα οποία συνδέονται μεταξύ τους, σχηματίζοντας μια δομή με τη μορφή ζελατίνης. Η αντοχή αυτής της ζελατίνης που σχηματίζεται εξαρτάται από την ποσότητα και τον τύπο των στερεών που είναι σε αιώρηση, από το χρόνο, από τη θερμοκρασία, και από τη χημική επεξεργασία. Με άλλα λόγια, οτιδήποτε ενισχύει ή αποτρέπει την σύνδεση των σωματιδίων θα αυξάνει ή θα μειώνει την τάση του πολτού να σχηματίζει ζελατίνη.

2.3 Τάση διάτμησης-Ρυθμός διάτμησης (Shear Stress-Shear Rate)

Όταν ένα ρευστό ρέει, υπάρχει μια δύναμη στο ρευστό η οποία αντιστέκεται στη ροή. Αυτή η ροή είναι γνωστή ως τάση διάτμησης. Μπορεί να χαρακτηριστεί ως δύναμη τριβής η οποία αναπτύσσεται όταν ένα στρώμα ενός υγρού γλιστράει πάνω σε ένα άλλο. Επειδή η διάτμηση είναι πιο εύκολο να πραγματοποιηθεί μεταξύ των στρωμάτων του ρευστού από ότι μεταξύ του τοιχώματος ενός σωλήνα και του πρώτου στρώματος του ρευστού, το ρευστό στην επαφή με τα τοιχώματα δεν ρέει. Η ταχύτητα από κάθε ένα διαδοχικό στρώμα προοδευτικά αυξάνεται από το τοίχωμα

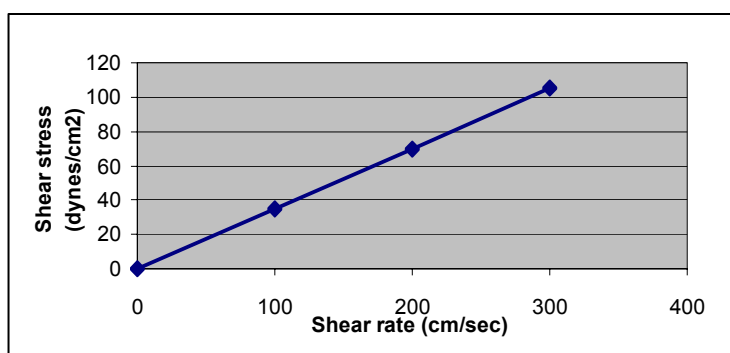
Βελτιστοποίηση του πολλού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης προς το κέντρο του σωλήνα. Ο ρυθμός με τον οποίο ένα στρώμα αφήνει πίσω του ένα γειτονικό στρώμα ονομάζεται ρυθμός διάτμησης.

Η σχέση μεταξύ τάσης διάτμησης και ρυθμού διάτμησης παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα. Δύο στρώματα ενός ρευστού βρίσκονται ανάμεσα σε δύο επίπεδα, το ένα επίπεδο είναι σταθερό ενώ το άλλο μπορεί να κινείται.



Εικόνα 7 : Σχέση shear stress/shear rate

Όταν εφαρμόζεται μία δύναμη στο κινούμενο επίπεδο το οποίο είναι γνωστής επιφάνειας (cm^2), τότε αυτό θα κινείται με μια ορισμένη ταχύτητα (cm/sec). Τα στρώματα του ρευστού που είναι γειτονικά με το επίπεδο δεν μπορούν να κινηθούν, αντίθετα το στρώμα Α γλιστράει πάνω από το στρώμα Β. Τότε το στρώμα Α έχει μεγαλύτερη ταχύτητα από το στρώμα Β. Η τάση διάτμησης είναι το μέτρο της τριβής που αναπτύσσεται μεταξύ των στρωμάτων Α και Β και εκφράζεται ως δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας (dynes/cm^2). Ο ρυθμός διάτμησης είναι η ταχύτητα (cm/sec) με την οποία το στρώμα Α κινείται κατά μήκος του στρώματος Β για κάποια γνωστή



Εικόνα 8: Σχέση shear stress/shear rate

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης απόσταση (cm).

Καθώς αυξάνεται ο ρυθμός διάτμησης αυξάνεται και η τάση διάτμησης. Ο ρυθμός διάτμησης είναι αποτέλεσμα της πίεσης ενώ η τάση διάτμησης είναι αποτέλεσμα της γεωμετρίας και της μέσης ταχύτητας του ρευστού. Η σχέση μεταξύ ρυθμού διάτμησης και τάσης διάτμησης καθορίζει με ποίο τρόπο θα ρέει το ρευστό.

2.4 Πλαστικό Ιξώδες

Ο πολτός αποτελείται από στερεά τα οποία συνεισφέρουν στο φαινόμενο ιξώδες. Το πλαστικό ιξώδες είναι εκείνο το τμήμα της αντίστασης της ροής η οποία προκαλείται λόγω μηχανικής τριβής. Αυτή η τριβή συμβαίνει **(1)** μεταξύ των στερεών του πολτού, **(2)** μεταξύ των στερεών και των υγρών που τα περιβάλλουν, και **(3)** με τη διάτμηση του ίδιου του υγρού. Για πρακτικούς λόγους, το πλαστικό ιξώδες εξαρτάται από τη συγκέντρωση των στερεών του πολτού.

Τα στερεά που βρίσκονται στον πολτό διάτρησης μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες: σε ενεργά στερεά και σε αδρανή στερεά. Τα παραπάνω μπορούν επίσης να υποδιαιρεθούν σε επιθυμητά και σε μη επιθυμητά στερεά. Τα επιθυμητά στερεά είναι αυτά τα οποία προστίθενται στον πολτό για να εκτελέσουν συγκεκριμένες λειτουργίες, όπως ο μπεντονίτης, ο βαρύτης, το starch, το CMC, κτλ. Τα μη επιθυμητά στερεά είναι αυτά τα οποία συνεισφέρουν λίγο ή καθόλου στον πολτό, όπως η άμμος, ο ασβεστόλιθος, ο δολομίτης, κτλ. Η παρουσία αυτών των μη επιθυμητών στερεών είναι ένας από τους κύριους παράγοντες της αύξησης του φαινομένου ιξώδους.

Στους πολτούς που έχουν υψηλό ποσοστό στερεών, η τριβή μεταξύ των σωματιδίων αυξάνεται. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, το πλαστικό ιξώδες αυξάνεται μαζί με το φαινόμενο ιξώδες.

Υπάρχουν διάφοροι μέθοδοι μείωσης της συγκέντρωσης των στερεών και κατά συνέπεια μείωσης του ιξώδους.

1. Με διάλυση. Σε πολλές περιπτώσεις προστίθεται νερό για τη διάλυση της συγκέντρωσης των στερεών.
2. Με δονούμενα κόσκινα. Ο πολτός διέρχεται από δονούμενα κόσκινα με αποτέλεσμα να απομακρύνονται τα μεγαλύτερα σε μέγεθος στερεά.
3. Με τη χρησιμοποίηση κεντρόφυγας. Αυτές οι συσκευές διαχωρίζουν μηχανικά τα στερεά ανάλογα με το μέγεθος και τη μάζα τους.

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

4. Απομονωτές άμμου. Αυτές οι συσκευές απομακρύνουν μηχανικά τα στερεά ή την άμμο από τον πολτό, με συνέπεια τη μείωση της συγκέντρωσης των στερεών.

Το πλαστικό ιξώδες εξαρτάται επίσης και από το ιξώδες της υγρής φάσης. Καθώς το ιξώδες του νερού μειώνεται με τη θερμοκρασία το πλαστικό ιξώδες θα μειώνεται αναλογικά.

2.5 Σημείο Απόδοσης (Yield Point)

Το σημείο απόδοσης, είναι το δεύτερο συστατικό της αντίστασης στη ροή ενός πολτού διάτρησης. Αποτελεί μία μέτρηση των ηλεκτροχημικών ή των ελκτικών δυνάμεων σε έναν πολτό. Αυτές οι δυνάμεις είναι αποτέλεσμα των αρνητικών και θετικών φορτίων τα οποία βρίσκονται πάνω ή κοντά στην επιφάνεια των σωματιδίων. Το σημείο απόδοσης είναι μία μέτρηση αυτών των δυνάμεων κάτω από συνθήκες ροής και εξαρτάται από: **(1)** τις ιδιότητες της επιφάνειας των στερεών του πολτού, **(2)** από τη συγκέντρωση των στερεών, και **(3)** από το ηλεκτρικό περιβάλλον αυτών των στερεών (συγκέντρωση και τύπος ιόντων που βρίσκονται στην υγρή φάση του πολτού). Το υψηλό ιξώδες το οποίο είναι αποτέλεσμα υψηλής τιμής yield point προκαλείται από:

1. Την εισαγωγή διαλυμάτων τα οποία περιέχουν άλας, τσιμέντο, ανυδρίτη, ή γύψο, τα οποία ουδετεροποιούν τα αρνητικά φορτία των σωματιδίων της αργίλου με αποτέλεσμα να αυξάνεται η κροκίδωση και το σημείο απόδοσης .
2. Το σπάσιμο των σωματιδίων της αργίλου εξαιτίας της δράσης του κοπτικού άκρου και των στελεχών. Με αυτόν τον τρόπο στα σπασμένα σημεία των σωματιδίων δημιουργούνται νέες υπολειμματικές δυνάμεις. Αυτές οι δυνάμεις τείνουν να ενώνουν τα σωματίδια σε μη οργανωμένες μορφές συσσωματωμάτων.
3. Η εισαγωγή αδρανών στερεών μέσα στο σύστημα αυξάνει το σημείο απόδοσης. Η απόσταση μεταξύ κάθε σωματιδίου δεν αυξάνεται, η έλξη όμως μεταξύ των σωματιδίων αυξάνεται.
4. Η διάτρηση αργίλων εισάγει στο σύστημα νέα ενεργά στερεά αυξάνοντας με αυτόν τον τρόπο τις ελκτικές δυνάμεις με αποτέλεσμα τα σωματίδια να έρχονται πιο κοντά και να αυξάνεται ο συνολικός αριθμός των φορτίων.
5. Η ελλιπής ή η υπερβολική επεξεργασία του πολτού με χημικά έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των ελκτικών δυνάμεων.

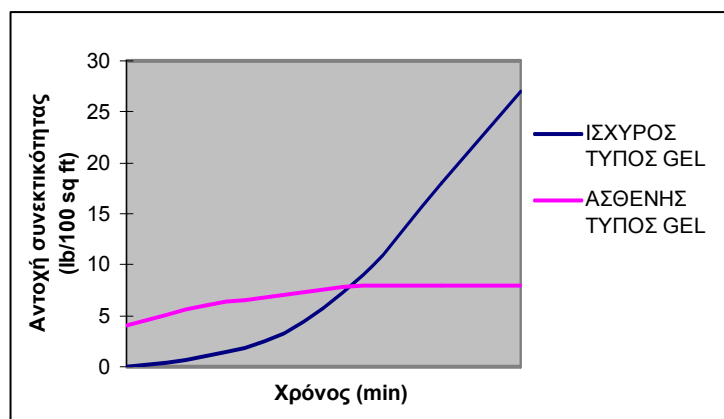
Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

Το σημείο απόδοσης είναι εκείνο το τμήμα της αντίστασης στη ροή το οποίο μπορεί να ελεγχθεί με την κατάλληλη χημική επεξεργασία. Καθώς οι ελκτικές δυνάμεις μειώνονται με τη χημική επεξεργασία θα μειώνεται το σημείο απόδοσης και κατά συνέπεια και το ιξώδες. Το σημείο απόδοσης μπορεί να μειωθεί με τους εξής τρόπους.

1. Με την προσθήκη χημικών όπως ταννίνη, λιγνίνη, σύνθετα φωσφορικά, κτλ. Με την προσθήκη αυτών των χημικών οι ελκτικές δυνάμεις εξουδετερώνονται, με αποτέλεσμα τα στερεά να απωθεί το ένα το άλλο.
2. Στην περίπτωση μόλυνσης από ασβέστιο ή μαγνήσιο, τα ιόντα που προκαλούν τις ελκτικές δυνάμεις απομακρύνονται ως αδιάλυτα κατακρημνίσματα με αποτέλεσμα την μείωση των ελκτικών δυνάμεων και του σημείου απόδοσης.
3. Το νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μείωση του σημείου απόδοσης. Όμως αν η συγκέντρωση των στερεών δεν είναι αρκετά μεγάλη, η χρησιμοποίηση του νερού μπορεί να μην έχει αποτέλεσμα. Το νερό από μόνο του, και χωρίς να είναι επιθυμητό, μπορεί να αλλάξει άλλες ιδιότητες του πολτού.

2.6 Αντοχή Συνεκτικότητας (Gel Strength)

Οι μετρήσεις της αντοχής συνεκτικότητας δηλώνουν τις θιξοτροπικές ιδιότητες του πολτού. Αποτελεί ένα μέτρο των ελκτικών δυνάμεων κάτω από στατικές συνθήκες δηλαδή κάτω από συνθήκες μη ροής. Το σημείο απόδοσης από την άλλη μεριά είναι ένα μέτρο των ελκτικών δυνάμεων κάτω από συνθήκες ροής. Αφού τόσο η αντοχής συνεκτικότητας όσο και το σημείο απόδοσης είναι μέτρα της δύναμης συσσωμάτωσης, όταν μειώνεται το ένα θα μειώνεται και το άλλο.



Εικόνα 9: Ισχυρός και ασθενής τύπος gel

Η αντοχής συνεκτικότητας συνήθως κατηγοριοποιείται σε ισχυρό ή σε ασθενή τύπο ζελατίνης. Ο ισχυρός τύπος ζελατίνης αρχίζει από μια χαμηλή τιμή, αλλά συνεχώς αυξάνεται με το πέρασμα του χρόνου. Ο ισχυρός τύπος ζελατίνης συχνά δημιουργείται εξαιτίας της υψηλής συγκέντρωσης στερεών στον πολτό. Ο ισχυρός τύπος ζελατίνης είναι μη επιθυμητός γιατί μπορεί να δημιουργηθούν προβλήματα όπως σημαντικές πιέσεις στην αντλία, διακοπή της κυκλοφορίας, απώλεια της κυκλοφορίας, φράξιμο της γεώτρησης, κτλ.

Ο ασθενής τύπος ζελατίνης ξεκινάει από μια αρχική υψηλή τιμή και αυξάνεται ελαφρά με το πέρασμα του χρόνου. Συνήθως αυτός ο τύπος ζελατίνης μπορεί να σπάσει πολύ εύκολα ενώ δεν δημιουργούνται τόσα σοβαρά προβλήματα όπως συμβαίνει με τον ισχυρό τύπο ζελατίνης .

(3). ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΠΟΛΤΟΥ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ

Η σύνθεση του πολτού διάτρησης εξαρτάται από τις απαιτήσεις της συγκεκριμένης επιχείρησης διάτρησης. Οι γεωτρήσεις που γίνονται σε διαφορετικού τύπου σχηματισμών απαιτούν και διαφορετικό τύπο ρευστών. Διάφοροι παράγοντες όπως οικονομικοί, η μόλυνση, το διαθέσιμο νερό, η πίεση, η θερμοκρασία και πολλοί άλλοι είναι σημαντικοί για την επιλογή του κατάλληλου ρευστού διάτρησης.

Το νερό από μόνο του είναι μερικές φορές ένα ιδανικό ρευστό διάτρησης και συχνά χρησιμοποιείται σε περιοχές όπου υπάρχουν σχηματισμοί χαμηλής πίεσης. Όταν και όπου το νερό δεν είναι ικανό να εκτελέσει τις απαραίτητες λειτουργίες ενός διατρητικού ρευστού, γίνεται απαραίτητη η προσθήκη άλλων συστατικών, ώστε να μπορεί να εκτελέσει καλύτερα, η πιθανόν, ακόμα και να αλλάξει τη φύση του ίδιου του ρευστού.

Σε μερικές περιοχές, η διάτρηση είναι δυνατό να ξεκινήσει με νερό και τα διατρηγόμενα στερεά αναμεμιγμένα μέσα στο νερό να έχουν ως αποτέλεσμα έναν αρκετά καλό πολτό. Σε άλλες περιοχές, μπορεί να είναι απαραίτητη η προσθήκη αργίλων εμπορίου προτού το ξεκίνημα της διάτρησης. Οι άργιλοι εξυπηρετούν έναν διπλό σκοπό : πρώτον, παρέχουν το κατάλληλο ιξώδες στο διατρητικό ρευστό και δεύτερο, φράζουν τα τοιχώματα της γεώτρησης ώστε το ρευστό που κυκλοφορεί να μη χάνεται στους διαπερατούς σχηματισμούς που διατρήνονται.

Το μεγαλύτερο μέρος των διατρητικών ρευστών μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως πολτοί με βάση το νερό. Ο όρος με βάση το νερό αναφέρεται σε κάθε διατρητικό ρευστό που έχει νερό και στο οποίο ορισμένα υλικά βρίσκονται σε αιώρηση ενώ άλλα υλικά διαλύονται. Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός από πρόσθετα πολτού τα οποία χρησιμοποιούνται για να προσδώσουν ειδικές ιδιότητες, αλλά βασικά, όλοι οι πολτοί με βάση το νερό έχουν στη σύνθεση τους τρία συστατικά.

- 1) Φάση του νερού** – η συνεχόμενη φάση του πολτού. Εξαρτάται από την περιοχή και τη διαθεσιμότητα του νερού, αυτό μπορεί να είναι γλυκό νερό, θαλασσινό νερό, σκληρό νερό, μαλακό νερό κτλ. Δεν είναι ασυνήθιστη η χρησιμοποίηση αλμυρών διαλυμάτων από μικρό βαθμό άλατος μέχρι σε βαθμό κορεσμού.

Βελτιστοποίηση του πολλού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

- 2) Φάση στερεών αντιδραστικών** – αποτελούνται από εμπορικούς αργίλους, και από συσσωματώματα ενυδατωμένων αργίλων από τους διατηρημένους σχηματισμούς και διατηρούνται σε αιώρηση στη ρευστή φάση. Αυτά τα στερεά αποτελούν αντικείμενο χημικής επεξεργασίας για τον έλεγχο των ιδιοτήτων του ρευστού διάτρησης.
- 3) Αδρανή στερεά** – αναφέρεται σε εκείνα τα στερεά σε κατάσταση αιώρησης τα οποία είναι χημικά αδρανή. Αυτά μπορεί να είναι αδρανή στερεά όπως ασβεστόλιθος, δολομίτης ή άμμος. Ο βαρίτης που είναι επίσης αδρανές υλικό προστίθεται στο διατρητικό ρευστό για να αυξήσει την πυκνότητα του.

3.1 Ενυδάτωση των Αργίλων

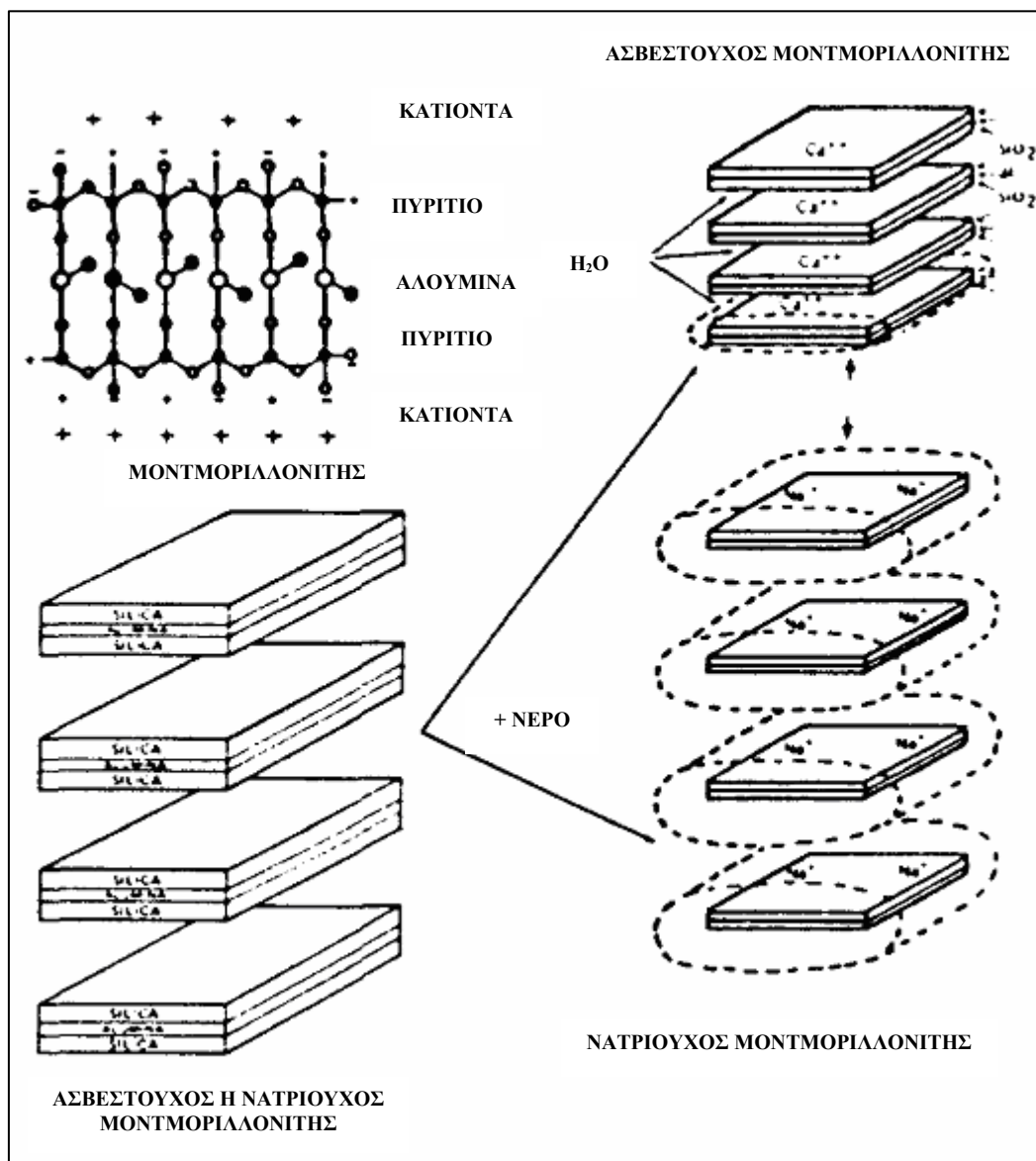
Οι άργιλοι είναι υλικά τα οποία αναπτύσσουν πλαστικότητα όταν βρέχονται. Αυτό συμβαίνει γιατί μερικές από τις αργίλους απορροφούν νερό. Αυτές ονομάζονται υδρόφιλες. Όταν η άργιλος δεν απορροφάει νερό ονομάζεται υδρόφοβη.

Οι άργιλοι που χρησιμοποιούνται σε γλυκό νερό αποτελούνται από ενυδατωμένα αργιλοπυριτικά ορυκτά τα οποία είναι εξαιρετικά λεπτόκοκκα και διαφορετικού μεγέθους. Σχηματίζονται από εναλλασσόμενα φύλλα πυριτίου και αλουμίνας, με μικρούς διαφορετικούς δεσμούς. Το σωματίδιο της αργίλου μπορεί να αποτελείται από ένα μόνο στρώμα ή από έναν ακαθόριστο αριθμό στρωμάτων κολλημένα το ένα πάνω στο άλλο με τη βοήθεια υπολειμματικών δυνάμεων. Όταν διαλύεται στο νερό, η άργιλος παρουσιάζει διάφορους βαθμούς διόγκωσης, που είναι αποτέλεσμα της αρχικής σύστασης και της χημικής και κολλοειδούς φύσης οποιασδήποτε άλλης ουσίας.

Η πιο σημαντική και η πιο συνηθισμένη άργιλος που χρησιμοποιείται είναι ο μπεντονίτης. Στο γλυκό νερό, τα στρώματα των σωματιδίων του μπεντονίτη απορροφούν νερό και διογκώνονται μέχρι το σημείο όπου οι δυνάμεις που τα συγκρατούν αρχίζουν να εξασθενούν, με αποτέλεσμα κάθε ένα από τα στρώματα να αρχίζουν να διαχωρίζονται μεταξύ τους. Αυτός ο διαχωρισμός είναι γνωστός ως διασπορά.

Το μόριο του μπεντονίτη αποτελείται από τρία στρώματα : ένα στρώμα αλουμίνας με ένα στρώμα πυριτίου πάνω και κάτω από αυτό. Η πλάκα της αργίλου είναι αρνητικά φορτισμένη και έχει γύρω της ένα σύννεφο κατιόντων. Αν αυτά τα κατιόντα

Βελτιστοποίηση του πολλού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης είναι κυρίως νατρίου, τότε η άργιλος ονομάζεται νατριούχος μοντμοριλλονίτης, αν είναι ασβεστίου τότε ονομάζεται ασβεστούχος μοντμοριλλονίτης.



Εικόνα 10 :Ενυδάτωση του ασβεστούχου και του νατριούχου μοντμοριλλονίτη

Η ποσότητα του απορροφημένου νερού εξαρτάται από τον τύπο και την ποσότητα των κατιόντων. Δισθενή κατιόντα όπως Ca^{++} και Mg^{++} αυξάνουν την ελκτική δύναμη μεταξύ των αλάτων και επομένως μειώνουν την ποσότητα του νερού που μπορεί να απορροφηθεί. Μονοθενή κατιόντα όπως το Na^+ δεν βοηθούν στην αύξηση των ελκτικών δυνάμεων και επιτρέπουν περισσότερο νερό να διεισδύσει μεταξύ των πλακών.

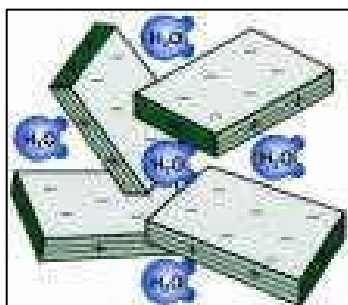
Πρέπει να αναφερθεί ότι ο ασβεστούχος μοντμοριλλονίτης, εξαιτίας της σχέσης του με τα ιόντα Ca^{++} , διογκώνεται μόνο κατά το ένα τέταρτο σε σχέση με τον νατριούχο μοντμοριλλονίτη. Αυτό σημαίνει ότι για μια δεδομένη συγκέντρωση

Βελτιστοποίηση του πολλού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

αργίλου σε γλυκό νερό, η νατριούχος άργιλος θα δώσει περισσότερο ιξώδες από μια ασβεστούχο άργιλο ή αλλιώς θα απαιτηθεί τέσσερις φορές περισσότερο ασβεστούχος άργιλος για να διατηρηθεί ένα συγκεκριμένο ιξώδες.

3.2 Διαδικασίες Σύνδεσης των Σωματιδίων της Αργίλου

Για να είναι γνωστή η ποσότητα και η ποιότητα των αργίλων σε ένα πολύ, είναι απαραίτητο να είναι γνωστή η κατάσταση της σχέσης μεταξύ των σωματιδίων της αργίλου. Οι διάφορες διαδικασίες διασύνδεσης των σωματιδίων της αργίλου είναι



Εικόνα 11: Πλάκες των σωματιδίων της αργίλου

πολύ σημαντικές για τη ρεολογία των αργίλων. Για να κατανοηθούν και να ελεγχθούν αυτές οι ρεολογικές αλλαγές, πρέπει να κατανοηθούν αυτές οι διαδικασίες διασύνδεσης.

Οι πλάκες των σωματιδίων της αργίλου έχουν δύο διαφορετικές επιφάνειες. Την επίπεδη επιφάνεια που είναι αρνητικά φορτισμένη και την επιφάνεια άκρης που είναι θετικά φορτισμένη. Αυτά τα ηλεκτρικά φορτία και οι ανταλλαγές κατιόντων δημιουργούν ένα ηλεκτρικό πεδίο γύρω από τα σωματίδια της αργίλου. Αυτό το ηλεκτρικό πεδίο καθορίζει τον τρόπο κατά τον οποίο αυτά τα σωματίδια θα αντιδράσουν μεταξύ τους. Αν τα ανταλλάξιμα ιόντα είναι διαχωρισμένα από την επιφάνεια της αργίλου, η απωθητική δύναμη μεταξύ των αρνητικά φορτισμένων πλακών είναι μεγάλη, και οι πλάκες θα διαχωριστούν η μία από την άλλη. Η ολοκληρωτική διασπορά των πλακών είναι σπάνια και συνήθως διατηρούνται κάποιου βαθμού δεσμοί μεταξύ των σωματιδίων.

Τα σωματίδια της αργίλου μπορούν να συνδεθούν με τρεις διαφορετικούς τρόπους:

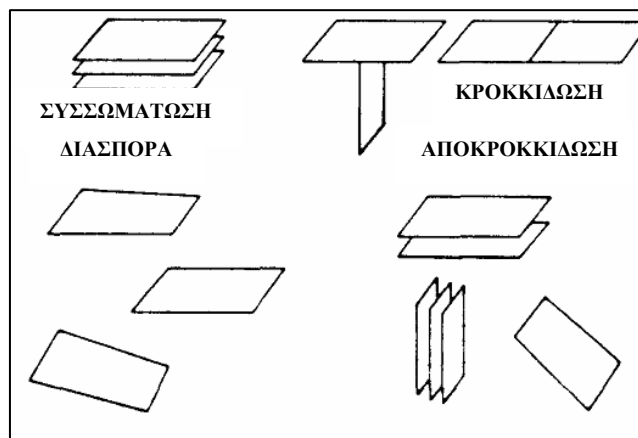
- 1) Επίπεδο με επίπεδο (face to face)
- 2) Άκρη με άκρη (edge to edge)
- 3) Άκρη με επίπεδο (edge to face)

Οι δεσμοί των σωματιδίων με αυτές τις διαφορετικές μορφές μπορεί να εξελίσσονται ταυτόχρονα ή να κυριαρχεί ένας από τους τύπους.

Η συσσωμάτωση (δεσμός επίπεδο με επίπεδο) οδηγεί στο σχηματισμό πακέτων ή πλακών με αρκετό πάχος. Αυτό μειώνει τον αριθμό των σωματιδίων και προκαλεί μια μείωση στο ιξώδες. Η συσσωμάτωση μπορεί να προκληθεί με την εισαγωγή δισθενών

Βελτιστοποίηση του πολλού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης κατιόντων στον πολλό διάτρησης, όπως το Ca^{++} . Αυτό μπορεί να συμβεί με προσθήκες ασβεστόλιθου ή γύψου ή με τη διάτρηση ανυδρίτη ή τσιμέντου. Μετά από μια αρχική αύξηση, το ιξώδες θα αρχίσει να μειώνεται σε βαθμό χαμηλότερο από το αρχικό.

Η διασπορά που είναι το αντίστροφο της συσσωμάτωσης, οδηγεί σε μεγαλύτερο



Εικόνα 12 : Σύνδεση των σωματιδίων της αργίλου

αριθμό σωματιδίων και σε υψηλότερο ιξώδες. Οι πλάκες της αργίλου είναι κανονικά συσσωματωμένες προτού ενυδατωθούν και καθώς ενυδατώνονται αρχίζει να συμβαίνει κάποιος βαθμός διασποράς. Ο βαθμός της διασποράς εξαρτάται από τον περιεχόμενο ηλεκτρολύτη του νερού, από το χρόνο, τη θερμοκρασία, τα ανταλλάξιμα κατιόντα στην άργιλο και την συγκέντρωση της αργίλου.

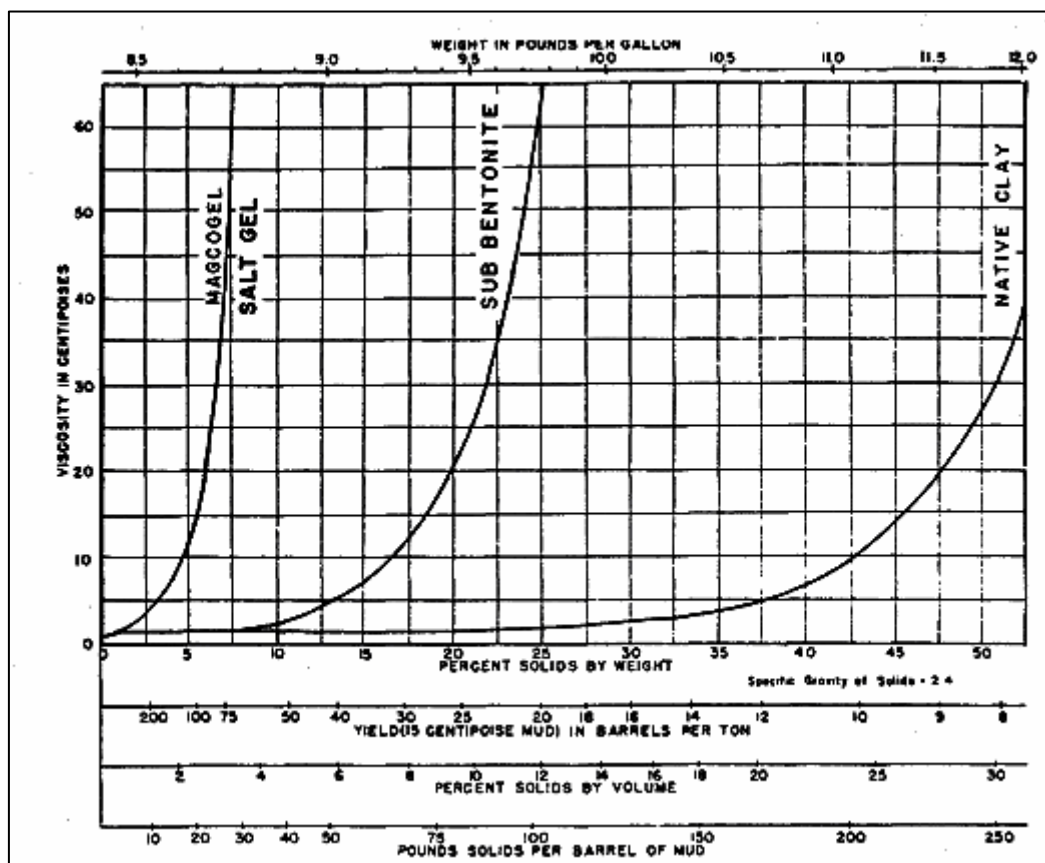
Η κροκίδωση αναφέρεται στους δεσμούς “άκρη με άκρη” και “άκρη με επίπεδο”. Αυτή προκαλεί αύξηση στο ιξώδες. Ο βαθμός της αύξησης εξαρτάται από τις δυνάμεις που δρουν στα συνδεδεμένα σωματίδια και από τον αριθμό των σωματιδίων που είναι διαθέσιμα να συνδεθούν. Οτιδήποτε μειώνει τις αποθητικές δυνάμεις μεταξύ των σωματιδίων ή μειώνει το απορροφημένο νερό, όπως οι προσθήκες δισθενών κατιόντων ή η υψηλή θερμοκρασία ευνοεί την ανάπτυξη της κροκίδωσης.

Προστίθενται συγκεκριμένα χημικά στον πολλό, ώστε να ουδετεροποιούνται μη επιθυμητά φορτία, με αποτέλεσμα τα σωματίδια να μη συνδέονται με τη μορφή “άκρη με άκρη”. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται αποκροκίδωση. Αυτά τα χημικά ονομάζονται αραιωτές πολλού.

3.3 Ποιότητα των Αργίλων (Yield Of Clays)

Η ποιότητα των αργίλων ορίζεται ως ο αριθμός των βαρελιών με ιξώδες πολτού 15 (cps) που μπορούν να αποκτηθούν από ένα τόνο στεγνού υλικού. Στο σχέδιο φαίνεται γιατί επιλέχθηκαν τα 15 cps ως η καθοριστική τιμή για την απόδοση. Το σημείο αναφοράς της καμπύλης για όλους τους τύπους αργίλου είναι τα 15 cps. Μεγάλες προσθήκες αργίλου πάνω από τα 15 cps βοηθούν σε μικρό βαθμό στην αύξηση του ιξώδους, ενώ πάνω από τα 15 cps, οι μικρές ποσότητες αργίλου έχουν σαφή επίδραση στο ιξώδες.

Αυτή η γραφική παράσταση είναι αρκετά χρήσιμη. Για ένα συγκεκριμένο ιξώδες από διάφορες αργίλους μπορούν να αποκτηθούν στοιχεία για την πυκνότητα, το ποσοστό των στερεών ανά βάρος, την απόδοση σε βαρέλια ανά τόνο, το ποσοστό των στερεών ανά όγκο και το βάρος των στερεών ανά βαρέλι πολτού.



Εικόνα 13 : Καμπύλες ιξώδους από αργίλους με διαφορετικά στερεά

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

Παράδειγμα : περίπου 20lb/bbl μπεντονίτη απαιτούνται για τη παραγωγή 15 cps ιζώδους πολτού. Από το γράφημα υπολογίζεται ότι θα περιέχει 5 ½% στερεά ανά βάρος, απόδοση 100 βαρέλια ανά τόνο, 2 ½% στερεά ανά όγκο και βάρος περίπου 8,6 lb/gal.

Αν η άργιλος δέχεται λιγότερο νερό, τότε η απόδοση είναι μικρότερη. Αν ο μπεντονίτης χρησιμοποιούνταν για την παραγωγή 15 cps ιζώδους, θα περιείχε 18% στερεά ανά βάρος, απόδοση μόνο 28 βαρέλια ανά τόνο, θα είχε 8 ½% στερεά ανά όγκο και θα είχε βάρος 9,4 lb/gal.

Οι άργιλοι έχουν πολλές εφαρμογές στους πολτούς διάτρησης. Η αύξηση του ιζώδους του πολτού διάτρησης μπορεί να επιτευχθεί καλύτερα με το μικρότερο ποσό στερεών με την προσθήκη υλικού που έχει την μεγαλύτερη απόδοση. Οι χαμηλότερες τιμές απώλειας ρευστού μπορούν να επιτευχθούν με τον μπεντονίτη αφού παράγονται τραχιά και μεσαίου μεγέθους σωματίδια από τον σχηματισμό. Η ποιότητα του πολτού μπορεί να βελτιωθεί με τον εμπλουτισμό του μπεντονίτη.

3.4 Παράγοντες που Επηρεάζουν την Απόδοση των Αργίλων

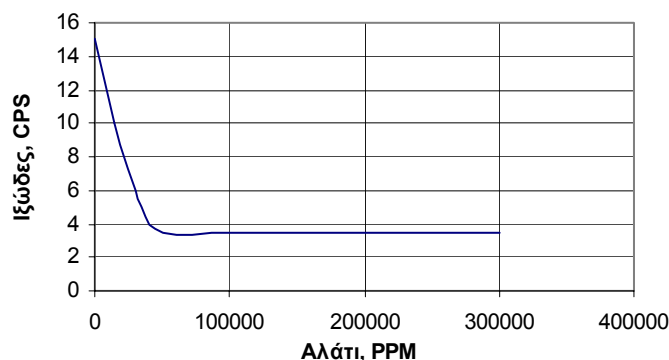
Όταν η στεγνή άργιλος προστεθεί σε νερό που περιέχει αλάτι ή διάφορα μεταλλικά ιόντα, η ενυδάτωση και η διασπορά επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό. Π.χ., πολλοί πολτοί διάτρησης ετοιμάζονται με θαλασσινό νερό για οικονομικούς και για πρακτικούς λόγους. Μια τυπική ανάλυση του θαλασσινού νερού μπορεί να περιέχει τα παρακάτω συστατικά :

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	(PPM)
NATRIO	10550
ΧΛΩΡΙΟ	18970
ΘΕΠΙΚΟ ΑΛΑΣ	2650
ΜΑΓΝΗΣΙΟ	1270
ΑΣΒΕΣΤΙΟ	400
ΠΟΤΑΣΣΙΟ	380
ΒΡΩΜΙΟ	65
ΑΛΛΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	80

Το υφάλμυρο νερό μπορεί να περιέχει τα ίδια συστατικά, αλλά με διαφορετικές συγκεντρώσεις.

Βελτιστοποίηση του πολλού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

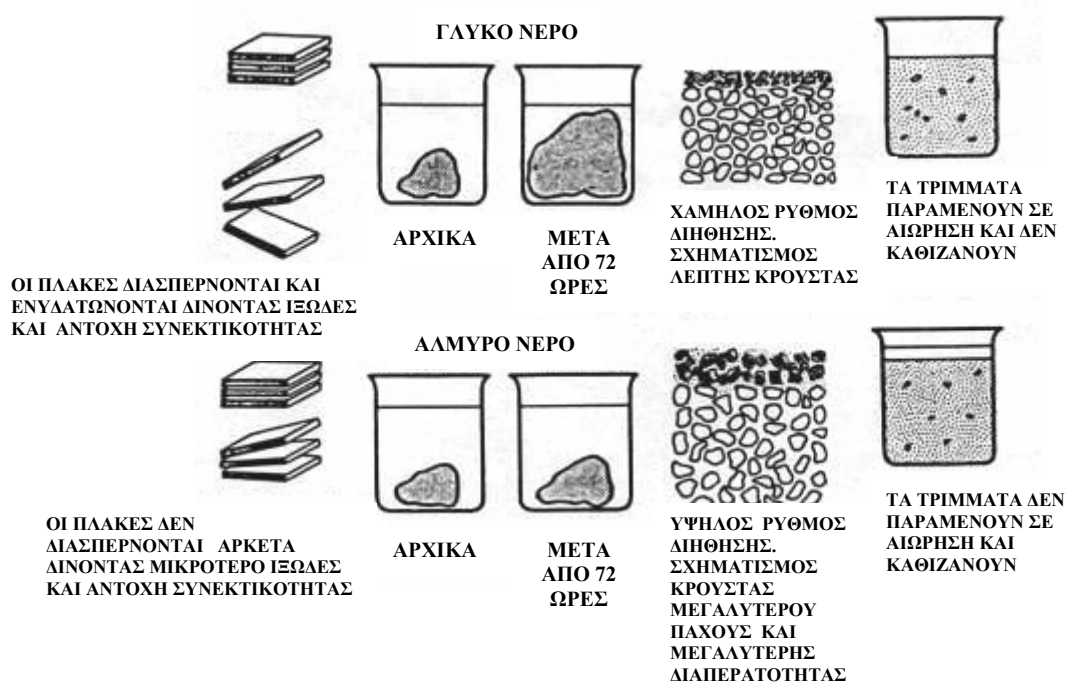
Το νερό που περιέχει οποιαδήποτε συγκέντρωση άλατος μπορεί να κορεστεί με επιπλέον άλας. Νερό που είναι κορεσμένο σε άλας περιέχει περίπου 315.000 mg/l χλωριούχο νάτριο. Περίπου 120 lb/bbl άλατος απαιτείται για τον κορεσμό του γλυκού νερού.



Εικόνα 14 :Επίδραση στο ιξώδες του μπεντονίτη όταν προστίθεται σε νερό με διάφορες συγκεντρώσεις άλατος.

Το σχήμα δείχνει την επίδραση των διάφορων συγκεντρώσεων από αυτά τα ιόντα πάνω στην ενυδάτωση του μπεντονίτη. Σε γενικές γραμμές, μπορεί σημειωθεί ότι η ενυδάτωση των αργίλων μειώνεται σημαντικά με την αύξηση των συγκεντρώσεων αυτών των ιόντων.

Το φαινόμενο είναι περισσότερο κατανοητό στα παρακάτω σχήματα. Σε αυτά τα παραδείγματα παρουσιάζεται η ενυδάτωση δύο όμοιων κύβων μπεντονίτη, ο πρώτος με γλυκό νερό και ο δεύτερος με αλμυρό νερό. Το σχήμα δείχνει τον κύβο του μπεντονίτη αρχικά σε ένα δοχείο με γλυκό νερό και μετά από 72 ώρες. Το άλλο σχήμα δείχνει τον κύβο του μπεντονίτη μέσα σε αλμυρό νερό και μετά 72 ώρες. Είναι φανερό ότι η ενυδάτωση είναι μικρή ή δε συνέβη καθόλου.



Εικόνα 15 : Επίδραση του νερού στις ιδιότητες του μπεντονίτη
Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Βελτιστοποίηση του πολλού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

Το νερό που περιέχει συγκεντρώσεις ασβεστίου ή μαγνησίου αναφέρεται ως σκληρό νερό. Για να αποκτηθεί περισσότερο ιξώδες από την άργιλο, μια πρακτική είναι η επεξεργασία με χημικά για την απομάκρυνση ή τη μείωση της συγκέντρωσης των μεταλλικών ιόντων μέσω κατακρήμνισης. Όταν υπάρχουν υψηλές συγκεντρώσεις χλωρίου, η μόνη μέθοδος μείωσης της συγκέντρωσης είναι η αραίωση με γλυκό νερό.



Εικόνα 16 : Εικόνα του ατταπουλγίτη με τη βοήθεια μικροσκοπίου

Όταν το νερό είναι αλμυρό, υπάρχει μια άλλη άργιλος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επίτευξη του ιξώδους. Αυτή ονομάζεται ατταπουλγίτης. Ο ατταπουλγίτης είναι ένα μοναδικό ορυκτό. Η κρυσταλλική δομή του είναι βελονοειδής. Η ικανότητά του να δημιουργεί ιξώδες είναι ανεξάρτητη από το νερό. Με την ίδια συγκέντρωση, ο ατταπουλγίτης σε οποιοδήποτε

τύπο νερού θα δώσει το ίδιο ιξώδες με τον μπεντονίτη στο γλυκό νερό. Η ικανότητα της δημιουργίας ιξώδους, δεν εξαρτάται από την ενυδάτωση, αλλά περισσότερο από τη βελονοειδή δομή του.

Ποιος είναι ο λόγος της χρησιμοποίησης του μπεντονίτη αφού ο ατταπουλγίτης μπορεί να δημιουργεί ιξώδες σε οποιοδήποτε τύπο νερού; Η απάντηση θα ήταν :

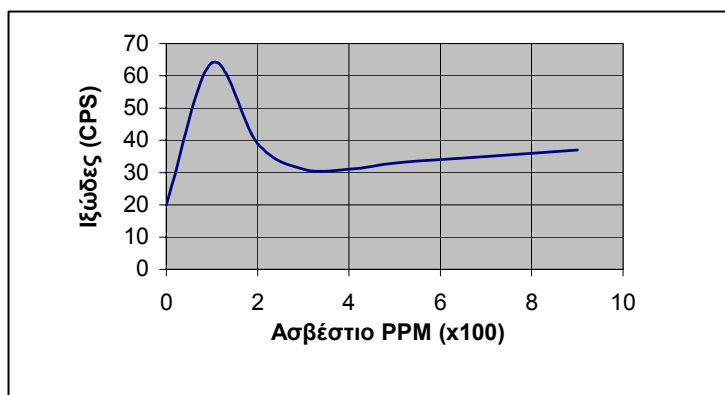
1. Μεγαλύτερο κόστος
2. Έλλειψη ελέγχου της διήθησης εξαιτίας του σχήματος των σωματιδίων και,
3. Τα ρεολογικά χαρακτηριστικά είναι πιο δύσκολο να ελεγχθούν

Υπάρχει ωστόσο μια μέθοδος απόκτησης ιξώδους σε αλμυρό νερό όταν χρησιμοποιείται άργιλος για γλυκό νερό. Αυτό επιτυγχάνεται πρώτα με την ενυδάτωση της αργίλου σε γλυκό νερό και μετά με την προσθήκη του ιξώδους μείγματος στο αλμυρό νερό. Αυτή η τεχνική ονομάζεται προενυδάτωση. Περιλαμβάνει τον έλεγχο της διατήρησης του pH και την προσθήκη χημικών διασπαστών στο μείγμα προτού προστεθεί στο αλμυρό νερό. Με αυτό τον τρόπο, μειώνεται η απώλεια του ιξώδους από την αποενυδάτωση σε περιβάλλον πλούσιο σε μεταλλικά ιόντα.

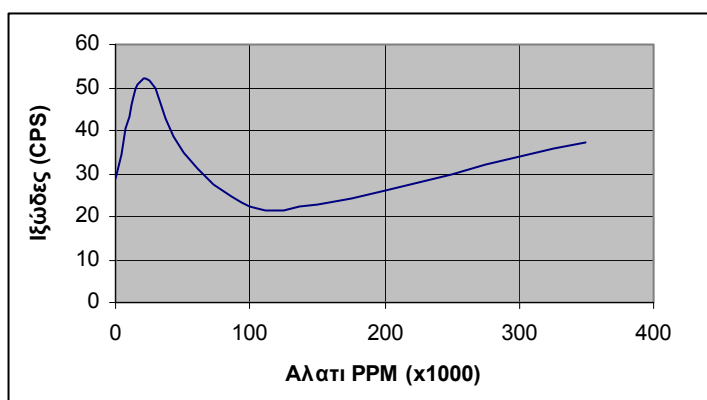
Η άργιλος διασπείρεται στο αλμυρό νερό και οι ρεολογικές ιδιότητες δείχνουν ότι εκτελεί τη λειτουργία της. Με την ώρα, ένα μεγάλο μέρος του ιξώδους θα χαθεί εξαιτίας της αποενυδάτωσης, όμως ένα ποσοστό πάντα θα παραμένει.

Βελτιστοποίηση του πολλού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

Μια τελείως διαφορετική αντίδραση συμβαίνει όταν άλας ή ασβέστιο προστίθεται άμεσα σε μείγμα μπεντονίτη ενυδατωμένο σε γλυκό νερό. Τα σχήματα παρουσιάζουν αυτή την αντίδραση.



Εικόνα 17 : Επίδραση του ασβεστίου στον προενυδατωμένο μπεντονίτη



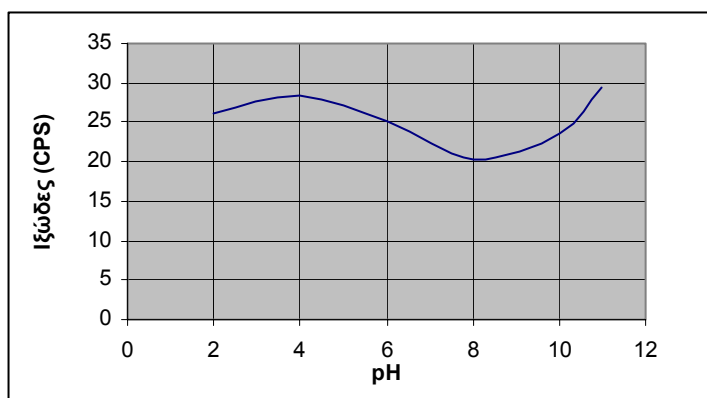
Εικόνα 18 : Επίδραση του αλατός στον προενυδατωμένο μπεντονίτη

Το σχήμα 17 παρουσιάζει την αρχική αύξηση του ιξώδους εξαιτίας της κροκίδωσης που προκαλείται από την προσθήκη του δισθενούς κατιόντος Ca^{++} . Αυτό τελικά προκαλεί συσσωμάτωση των σωματιδίων και μείωση του ιξώδους εξαιτίας της αποενυδάτωσης και της μείωσης του αριθμού των σωματιδίων.

Το σχήμα 18 δείχνει ουσιαστικά το ίδιο πράγμα με τη διαφορά ότι η κροκίδωση και η συσσωμάτωση προκαλούνται από τη μαζική δράση του Na^{+} εξαιτίας της μεγάλης του συγκέντρωσης.

3.5 Επίδραση του pH

Το σχήμα 19 παρουσιάζει το ιζώδες του μπεντονίτη καθώς διαφοροποιείται το pH. Όλοι οι πολτοί διάτρησης επεξεργάζονται έτσι ώστε να είναι αλκαλικοί, και θα πρέπει να έχουν pH πάνω από 7. Μια από τις βασικές σκέψεις είναι ότι, αφού το pH επηρεάζει το ιζώδες, η επιλογή της πιο επιθυμητής περιοχής του pH είναι βασική για τη βελτίωση των ρεολογικών ιδιοτήτων του πολτού διάτρησης. Από το γράφημα μπορεί να παρατηρηθεί ότι το ιζώδες του μπεντονίτη είναι χαμηλότερο στη περιοχή μεταξύ 7 και 9,5. Αυτός είναι και ένας λόγος γιατί οι πολτοί διάτρησης λειτουργούν σε αυτή τη περιοχή. Η σημασία του pH είναι ότι το ιζώδες που δημιουργείται με τιμές πάνω από 10 είναι μερικές φορές εκτός προδιαγραφών από αυτά που θεωρούνται ως επιθυμητές ιδιότητες του πολτού. Για λόγους ασφάλειας και διάβρωσης, οι πολτοί διάτρησης σπάνια λειτουργούν με pH κάτω από 7 στην όξινη περιοχή.



Εικόνα 19 : Επίδραση του pH στον προενυδατωμένο μπεντονίτη

(4) ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΟΥ ΠΟΛΤΟΥ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ

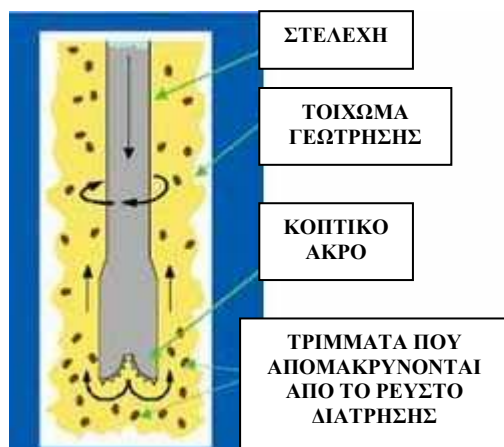
Διάφορες μέθοδοι διάτρησης έχουν χρησιμοποιηθεί στις γεωτρήσεις πετρελαίου, αερίου και στις υδρογεωτρήσεις. Η πιο αποδεκτή όμως είναι η περιστροφική μέθοδος. Η λειτουργία του εξοπλισμού της περιστροφικής διάτρησης σχετίζεται με την περιστροφή του κοπτικού άκρου διαμέσου των στελεχών. Ένα ρευστό είναι απαραίτητο να κυκλοφορεί από τον πυθμένα της γεώτρησης μέχρι την επιφάνεια διαμέσου του κοπτικού άκρου και στο διάστημα μεταξύ των στελεχών και των τοιχωμάτων της γεώτρησης ή των σωληνώσεων. Ο πολλός ή λάσπη διάτρησης πρέπει να εκτελεί διάφορες λειτουργίες κατά την περιστροφική διάτρηση.

Αρχικά στην περιστροφική διάτρηση, η πρωταρχική λειτουργία των ρευστών διάτρησης ήταν η μεταφορά των τριμμάτων από τον πυθμένα της γεώτρησης στην επιφάνεια. Σήμερα αναγνωρίζονται στα ρευστά διάτρησης οι εξής σημαντικές λειτουργίες :

- 1) Η απομάκρυνση των τριμμάτων από τον πυθμένα της γεώτρησης και η μεταφορά τους στην επιφάνεια.
- 2) Η ψύξη και η λίπανση του κοπτικού άκρου και των στελεχών
- 3) Η δημιουργία στα τοιχώματα της οπής μιας αδιαπέρατης κρούστας.
- 4) Ο έλεγχος των πιέσεων του υπεδάφους.
- 5) Η συγκράτηση των τριμάτων και των υλικών με μεγάλο ειδικό βάρος που αιωρούνται όταν η κυκλοφορία του πολλού διακόπτεται.
- 6) Η απελευθέρωση της άμμου και τριμμάτων στην επιφάνεια.
- 7) Η υποστήριξη μέρους του βάρους των στελεχών και των σωληνώσεων.
- 8) Η μείωση στο ελάχιστο οποιονδήποτε αρνητικών επιδράσεων στο γειτονικό της γεώτρησης σχηματισμό.
- 9) Η εξασφάλιση μέγιστου αριθμού πληροφοριών σχετικά με τους σχηματισμούς που διατρήνονται.
- 10) Η μεταβίβαση υδραυλικής ιπποδύναμης στο κοπτικό άκρο.
- 11) Καθίζηση των τριμμάτων στο επιφανειακό σύστημα.
- 12) Πρόληψη κατάπτωσης του σχηματισμού.
- 13) Περιορισμός της διάβρωσης του γεωτρητικού εξοπλισμού.

➤ Απομάκρυνση των τριμμάτων

Κατά τη διάτρηση τα κομμάτια του σχηματισμού που κόβονται από το κοπτικό άκρο θα πρέπει συνεχώς να απομακρύνονται από τη γεώτρηση. Σε μερικές περιπτώσεις συμβαίνει πτώση του σχηματισμού από τα τοιχώματα του φρεατίου και αυτά τα κομμάτια θα πρέπει να απομακρύνονται.



Εικόνα 20 : Απομάκρυνση των τριμμάτων στην περιστροφική διάτρηση.

Η απομάκρυνση των τριμμάτων από τη γεώτρηση είναι μια από τις πιο σημαντικές λειτουργίες των ρευστών διάτρησης. Το ρευστό ρέοντας από το κοπτικό άκρο ασκεί μια εκρέουσα ενέργεια, η οποία διατηρεί την οπή καθαρή από τα τρίμματα. Αυτό εξασφαλίζει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής στο γεωτρύπανο και μεγαλύτερη αποδοτικότητα στη διάτρηση.

Το κυκλοφορούμενο ρευστό όταν εξέρχεται από τον πυθμένα της οπής μεταφέρει τα τρίμματα κατευθείαν στην επιφάνεια. Κάτω από την επίδραση της βαρύτητας τα τρίμματα τείνουν να βυθίζονται μέσα στο ρευστό που ανεβαίνει. Όμως, με μια αρκετά γρήγορη κυκλοφορία ικανής ποσότητας λάσπης ώστε να υπερνικηθεί αυτή η επίδραση, τα τρίμματα μεταφέρονται στην επιφάνεια. Η αποτελεσματικότητα της λάσπης για την μετακίνηση των τριμμάτων από την γεώτρηση εξαρτάται από διάφορους παράγοντες :

- 1) Από την πυκνότητα των τριμμάτων
- 2) Από το μέγεθος των τριμμάτων
- 3) Από την πυκνότητα του ρευστού
- 4) Από το ιξώδες του ρευστού
- 5) Από την ταχύτητα του ρευστού

Ταχύτητα είναι ο βαθμός με τον οποίο κυκλοφορεί η λάσπη, και η κυκλική ταχύτητα είναι ένας σημαντικός παράγοντας της μεταφοράς των τριμμάτων στην επιφάνεια. Κυκλικές ταχύτητες μεταξύ 100 και 200 ft/min χρησιμοποιούνται συχνά. Η ταχύτητα εξαρτάται από την χωρητικότητα της αντλίας, την ταχύτητα άντλησης, από τις διαστάσεις της γεώτρησης και από τις διαστάσεις των στελεχών.

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

Σε μερικές περιπτώσεις η κυκλική ταχύτητα μπορεί να είναι μικρότερη από την ταχύτητα των σωματιδίων που απομακρύνονται. Σε αυτές τις περιπτώσεις, τα τρίμματα καθιζάνουν και μπορεί να δημιουργήσουν προβλήματα όπως, γέμισμα του φρεατίου και πιθανόν φράξιμο των σωληνώσεων και του κοπτικού άκρου. Μερικές φορές είναι απαραίτητο να αυξηθεί το ιξώδες του πολτού ώστε να μειωθεί η ταχύτητα του τρίμματος, ούτως ώστε να μπορεί να απομακρυνθεί. Ωστόσο, η αύξηση του ιξώδους του πολτού οδηγεί σε μεγαλύτερες πιέσεις της αντλίας οι οποίες είναι απαραίτητες για την κυκλοφορία του πολτού με ένα δεδομένο ρυθμό. Αυτό δημιουργεί μεγαλύτερες πιέσεις στα τοιχώματα της οπής και μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια της κυκλοφορίας. Όταν συμβαίνει διεύρυνση της γεώτρησης, η υπολογιστικά μετρημένη κυκλική ταχύτητα της γεώτρησης θα είναι μεγαλύτερη από την πραγματική κυκλική ταχύτητα. Η πραγματική μέση κυκλική ταχύτητα μπορεί να προσδιοριστεί με την τοποθέτηση ενός δείκτη όπως: σελλοφϊανη, κόκκοι βρώμης ή καλαμποκιού μέσα στο στέλεχος όταν προστίθεται νέα σύνδεση. Μετριέται ο απαραίτητος χρόνος της κυκλοφορίας του δείκτη από τον πυθμένα μέχρι την επιφάνεια και υπολογίζεται ο απαραίτητος χρόνος της διείσδυσης του στελέχους.

Η πυκνότητα είναι το βάρος ανά μονάδα όγκου του πολτού και επιδρά στα σωματίδια, βοηθώντας τα να επιπλεύσουν. Αυξάνοντας την πυκνότητα του πολτού αυξάνεται και η μεταφορική του χωρητικότητα τόσο με την επίπλευση όσο και με σωματίδια εξαιτίας της παρέμβασης επιπρόσθετων στερεών.

Το ιξώδες είναι σημαντικό, αφού επιδρά στην ανυψωτική δυνατότητα του πολτού. Το ιξώδες εξαρτάται από την συγκέντρωση, την ποιότητα και τον διασκορπισμό των αιωρούμενων στερεών. Στην ύπαιθρο μετριέται ως χρόνος ροής χρησιμοποιώντας το όργανο marsh funnel. Το ιξώδες επίσης μετριέται με τα ιξωδόμετρα fann, starmer ή capillary.

➤ Ψύξη και λίπανση

Λόγω τριβής σημαντική θερμότητα αναπτύσσεται λόγω τριβής στο κοπτικό άκρο και στα σημεία όπου οι σωληνώσεις έρχονται σε επαφή με τον σχηματισμό. Είναι μικρή η πιθανότητα αυτή η θερμότητα να μεταβιβαστεί μακριά από το σχηματισμό, και επομένως θα πρέπει να απομακρυνθεί από το ρευστό που κυκλοφορεί. Η θερμότητα έχοντας μεταφερθεί από τα σημεία τριβής στο πολτό, μεταφέρεται τελικά στην επιφάνεια και από εκεί στην ατμόσφαιρα.

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

Σε μικρότερο βαθμό ο ίδιος ο πολτός βοηθάει στη λίπανση. Η εφαρμογή συμβατικού πολτού με γαλάκτωμα πετρελαίου αναμεμιγμένα με διάφορα γαλακτώδης μέσα αυξάνουν τη λίπανση. Αυτό οδηγεί στη μείωση της περιστροφικής δύναμης, στην αύξηση της ζωής του κοπτικού άκρου, στην ελάττωση της πίεσης της αντλίας, κ.α

Κάτω από ακραίες συνθήκες φόρτωσης, ακόμα και τα καλύτερα γαλακτώματα πετρελαίου δεν είναι ικανά να εξαλείψουν την απώλεια στήριξης του άξονα του κοπτικού άκρου. Η εφαρμογή λιπαντικών ακραίας πίεσης κάτω από τις ίδιες συνθήκες βοηθούν στην ανακούφιση μιας τέτοιας κατάστασης.

Διάφορα προϊόντα πολτού χρησιμοποιούνται για τη μείωση της περιστροφικής δύναμης που αναπτύσσονται από τις σωληνώσεις του γεωτρήσανου μέσα στην γεώτρηση.

➤ Δημιουργία τοιχώματος

Ένας σωστός πολτός διάτρησης θα πρέπει να αποθέτει μια ικανή κρούστα φίλτρου στα τοιχώματα της οπής για την στερέωση του σχηματισμού που διατρήνεται αλλά και για την επιβράδυνση της διόδου του ρευστού μέσα στον σχηματισμό. Αυτή η ιδιότητα του πολτού βελτιώνεται με την αύξηση του ποσοστού των κολλοειδών του πολτού με την προσθήκη μπεντονίτη και με χημική επεξεργασία έτσι ώστε ο πολτός να βελτιώνει την ικανότητα του αντιμετώπισης της κροκίδωσης και της διασποράς των στερεών. Σε πολλές περιπτώσεις ίσως είναι απαραίτητο η προσθήκη κόλλας ή άλλων ρευστών για την μείωση της απώλειας πολτού.

Όταν διατρήνεται ένας διαπερατός σχηματισμός του οποίου τα ανοίγματα των πόρων του είναι τόσο μικρά ώστε να επιτρέπουν τη διόδο των στερεών του πολτού, το υγρό τμήμα του διηθούμενου ρευστού μέσα στον σχηματισμό και τα στερεά του πολτού αποτίθενται στα τοιχώματα του σχηματισμού. Τα στερεά του πολτού πάνω στα τοιχώματα, τα οποία σχηματίζουν τη κρούστα, ελέγχουν τον ρυθμό της παραπέρα απώλειας της διήθησης στο σχηματισμό. Αν η κρούστα στα τοιχώματα έχει αρκετό πάχος θα εμποδίσει την αφαίρεση των στελεχών από τη γεώτρηση. Τα εργαλεία που βρίσκονται μέσα στην γεώτρηση θα εμποδίζεται η διόδος τους προκαλώντας αυξήσεις πίεσης που μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα την απώλεια της κυκλοφορίας.

Επί προσθέτως, η διείσδυση ενός μεγάλου όγκου πολτού μέσα στον σχηματισμό μπορεί να τον καταστρέψει ή να δημιουργήσει καταπτώσεις μέσα στην γεώτρηση. Ο

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης έλεγχος της διήθησης που απαιτείται για την διατήρηση των κατάλληλων συνθηκών μέσα στην γεώτρηση θα διαφέρει ανάλογα με τον τύπο του σχηματισμού που διατηρείται.

➤ Έλεγχος των πιέσεων του υπεδάφους

Ο κατάλληλος περιορισμός των πιέσεων του σχηματισμού εξαρτάται από την πυκνότητα ή το βάρος του πολτού. Η κανονική βαθμίδα της πίεσης σε σχέση με το βάθος αντιστοιχεί σε 0,465 psi/ft. Αυτή είναι η πίεση που ασκείται από μια στήλη νερού σχηματισμού. Κανονικά, το βάρος του νερού συν τα στερεά που μαζεύονται από τη διάτρηση είναι επαρκή για να εξισορροπήσουν τις πιέσεις του σχηματισμού. Ωστόσο, σε στιγμές μη κανονικών πιέσεων απαιτείται η προσθήκη υλικού με μεγαλύτερο ειδικό βάρος, όπως ο βαρίτης, έτσι ώστε να αυξηθεί το υδροστατικό φορτίο της στήλης του πολτού.

Σε ορισμένες περιοχές, σχηματισμοί που έχουν διατηρηθεί περιέχουν ρευστά που βρίσκονται κάτω από πίεση μεγαλύτερη από την κανονική. Αν αυτοί οι σχηματισμοί διατηρηθούν με την χρησιμοποίηση πολτού του οποίου το υδροστατικό φορτίο είναι μικρότερο από την πίεση του σχηματισμού, το ρευστό μέσα στον σχηματισμό θα αρχίσει να ρέει μέσα στην γεώτρηση. Η ελαχίστη συνέπεια τότε θα είναι η μόλυνση του πολτού διάτρησης. ενώ η μεγαλύτερη συνέπεια θα μπορούσε να είναι μία απότομη και μη ελεγχόμενη έκλυση νερού ή αερίου από τον σχηματισμό (blowout). Εφόσον το υδροστατικό φορτίο που προκαλείται από ένα ρευστό, είναι αποτέλεσμα του βάθους και της πυκνότητας του ρευστού, είναι δυνατό με την αύξηση της πυκνότητας του ρευστού να αυξηθεί και το υδροστατικό φορτίο.

➤ Αιώρηση των τριμμάτων και της άμμου και απελευθέρωση τους στην επιφάνεια

Οι σωστοί πολτοί διάτρησης έχουν ιδιότητες που συγκρατούν τα στερεά σωματίδια τα οποία μεταφέρονται στην επιφάνεια εξαιτίας της δημιουργίας gel ή της θιξοτροπίας που αναπτύσσεται μετά τη διακοπή της κυκλοφορίας. Κατά την επανάλληψη της κυκλοφορίας ο πολτός επιστρέφει στην ρευστή κατάσταση και τα στερεά μαζί με την άμμο μεταφέρονται στην επιφάνεια. Ο αμμοσωλήνας και το κόσκινο χρησιμοποιούνται για την μέτρηση της περιεχόμενης άμμου στον πολτό. Μια

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

σύγκριση της περιεχόμενης άμμου με δείγματα που έχουν ληφθεί από τη γραμμή ροής και από το σημείο απορρόφησης δείχνει εάν η άμμος απελευθερώνεται κατάλληλα ή αν επανακυκλοφορεί διαμέσου του συστήματος.

Υψηλό περιεχόμενο άμμου πρέπει να είναι αναμενόμενο στη γραμμή ροής εκφόρτωσης αν διατηρούνται αμμόδεις σχηματισμοί. Η άμμος είναι ιδιαίτερα αποξεστική και εάν επανακυκλοφορεί διαμέσου του συστήματος, οι αντλίες και τα εξαρτήματα του γεωτρύπανου θα πάθουν ζημιά. Θα πρέπει να γίνονται στον πολτό, τακτικές δοκιμές για την περιεχόμενη άμμο, ενώ το ποσοστό της άμμου δεν επιτρέπεται να ξεπέρα το 2% στην αντλία αναρρόφησης

Όταν η κυκλοφορία του πολτού διακόπτεται προσωρινά, τα τρίμματα τα οποία δεν απομακρύνθηκαν πρέπει να αιωρούνται γιατί αλλιώς θα πέσουν στον πυθμένα και θα προκαλέσουν προβλήματα κατά την επαναισαγωγή του κοπτικού άκρου και των άλλων εργαλείων. Ο ρυθμός της πτώσης ενός σωματιδίου μέσα στον πολτό διάτρησης εξαρτάται από την πυκνότητα του σωματιδίου και του πολτού, από το μέγεθος του σωματιδίου, το ιξώδες του πολτού και την ικανότητα δημιουργίας gel (gel strength) ή από τις θιξοτροπικές ιδιότητες του πολτού. Η δημιουργία gel στον πολτό εμποδίζει την καθίζηση των σωματιδίων και μειώνει τον ρυθμό πτώσης τους. Σε μερικές περιπτώσεις, όταν η ικανότητα δημιουργίας gel είναι μεγάλη μπορεί να είναι απαραίτητη η διακοπή της διάτρησης και η κυκλοφορία του πολτού για μερικές ώρες ούτως ώστε να καθαρισθεί η γεώτρηση από τα τρίμματα και να αποφευχθεί πιθανό φράξιμο.

➤ **Υποστήριξη του βάρους των στελεχών και των σωληνώσεων**

Με την αύξηση του βάθους, το βάρος που υποστηρίζεται από τον εξοπλισμό επιφάνειας γίνεται εξαιρετικά σημαντικό. Αφού τόσο τα στελέχη όσο και οι σωληνώσεις στηρίζονται από μια δύναμη ισοδύναμη με το βάρος του πολτού που εκτοπίσθηκε, μια αύξηση στη πυκνότητα του πολτού έχει ως αποτέλεσμα μια σημαντική ελάττωση στο συνολικό βάρος που πρέπει να υποστηρίξει ο εξοπλισμός επιφάνειας

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

➤ **Προστασία της γεώτρησης και εξασφάλιση πληροφοριών**

Οι βέλτιστες τιμές όλων των ιδιοτήτων του πολτού διάτρησης είναι απαραίτητο να προσφέρουν μέγιστη προστασία στον σχηματισμό, ωστόσο κάποιες φορές αυτές οι τιμές είναι απαραίτητο να θυσιαστούν για την απόκτηση όσο περισσότερο πληροφοριών των σχηματισμών που διατρήνονται. Για παράδειγμα, το αλάτι μπορεί να αναστατώσει τον πολτό και να αυξήσει την απώλεια του ρευστού, ωστόσο μπορεί να προστεθεί για τον έλεγχο της ειδικής αντίστασης έτσι ώστε να αποκτηθεί η σωστή ερμηνεία μιας ηλεκτρικής διαγραφίας. Το πετρέλαιο μπορεί να βελτιώνει την απόδοση ενός πολτού και την παραγωγή μιας γεώτρησης, αλλά αν αναμιχθεί με τη δουλειά ενός γεωλόγου, θα ήταν απαγορευτική η χρήση του στον πολτό διάτρησης.

➤ **Η μεταβίβαση υδραυλικής ιπποδύναμης στο κοπτικό άκρο**

Ο πολτός διάτρησης είναι το μέσο για τη μεταβίβαση της διαθέσιμης υδραυλικής ιπποδύναμης στο κοπτικό άκρο. Τα υδραυλικά θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όταν σχεδιάζεται το πρόγραμμα του πολτού. Αυτό σημαίνει ότι οι ρυθμοί κυκλοφορίας θα πρέπει να είναι τέτοιοι ώστε η χρήση της βέλτιστης δύναμης να χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό του μετώπου της οπής μπροστά από το κοπτικό άκρο. Οι ιδιότητες της ροής του πολτού, το πλαστικό ιξώδες και το yield point, ασκούν σημαντική επίδραση στα υδραυλικά και θα πρέπει να ελέγχονται για τις κατάλληλες τους τιμές. Τα στερεά του πολτού θα πρέπει επίσης να ελέγχονται προσεκτικά ώστε να βρίσκονται στα σωστά επίπεδα και να είναι κατάλληλου τύπου για μεγαλύτερη απόδοση.

➤ **Καθίζηση των τριμμάτων στο επιφανειακό σύστημα**

Σε ορισμένες γεωτρήσεις χρησιμοποιούνται κόσκινα για την απομάκρυνση των μεγαλύτερων σωματιδίων από το ρέμα του πολτού. Το κόσκινο είναι συνήθως ικανοποιητικό για την απομάκρυνση σωματιδίων μεγαλύτερα σε μέγεθος από το πλέγμα του κόσκινου τα οποία απορρίπτονται στη δεξαμενή καθιζήσεως. Εν τούτοις, μικρότερα σωματίδια και τρίμματα τα οποία έσπασαν θα περάσουν από το κόσκινο και θα παραμείνουν στο ενεργό σύστημα κυκλοφορίας. Για την απομάκρυνση αυτών των σωματιδίων μπορούν να χρησιμοποιηθούν μηχανικές συσκευές, όπως η συσκευή μηχανικού διαχωρισμού στερεών με μεγάλο ειδικό βάρος (centrifuge). Η συσκευή

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης αυτή για να επιτύχει αυτόν τον διαχωρισμό χρησιμοποιεί μηχανική περιστροφή υψηλής ταχύτητας. Αν επιτραπεί στον πολτό να περάσει αργά πάνω από μια ευρεία επιφάνεια, τα περισσότερα από τα σωματίδια θα τείνουν να καθιζάνουν αν η ικανότητα δημιουργίας gel και το ιξώδες είναι σημαντικά χαμηλά.

➤ **Πρόληψη κατάπτωσης του σχηματισμού**

Η κατάπτωση ενός σχηματισμού μπορεί να είναι αποτέλεσμα διάφορων παραγόντων όπως: η παρουσία υδροφόρων στρωμάτων, ο μηχανικός εκτοπισμός, οι σχηματισμοί με απότομη κλίση, ακατάλληλοι σχηματισμοί και προεξοχές. Ο πολτός διάτρησης μπορεί να προλάβει ή να εκτονώσει τις συνθήκες που προκαλούν καταπτώσεις με τους εξής τρόπους : 1) με την χορήγηση του καταλλήλου υδροστατικού φορτίου για την συγκράτηση του σχηματισμού 2) με την αποτροπή water wetting κατά μήκος υδροφόρων στρωμάτων και 3) με τη δημιουργία κατάλληλη κρούστας στα τοιχώματα ενός ακατάλληλου σχηματισμού.

➤ **Περιορισμός της διάβρωσης του γεωτρητικού εξοπλισμού**

Ο πολτός διάτρησης στις περισσότερες περιπτώσεις αποτελείται από νερό το οποίο περιέχει διαλυμένα άλατα ως βάση του υγρού. Αυτό λειτουργεί ως μέσο κατά το οποίο δημιουργείται διάβρωση. Αν ανιχνευθεί η διάβρωση, τότε θα πρέπει να ληφθούν μέτρα για την πρόληψη της καταστροφής του εξοπλισμού. Έχει βρεθεί ότι στους πολτούς που περιέχουν πετρέλαιο, η διάβρωση είναι μικρή ή δεν συμβαίνει καθόλου.

(5). ΑΡΓΙΛΟΙ

Οι πολτοί διάτρησης με βάση το νερό περιέχουν συνήθως έναν αριθμό από διαφορετικούς τύπους αργίλου. Κάποιες από αυτές τις αργίλους προστίθενται επίτηδες για να χορηγήσουν μια συγκεκριμένη ιδιότητα, ενώ άλλες εισέρχονται ως διασκορπιζόμενα διατηνόμενα στερεά.

Οι κοινοί άργιλοι που εισέρχονται ως στερεά διάτρησης είναι ο μοντμοριλλονίτης, ο ιλλίτης και ο καολινίτης. Οι εμπορικοί άργιλοι που προστίθενται στους πολτούς διάτρησης είναι ο μπεντονίτης και ο ατταπουλγίτης.

Ο μπεντονίτης προστίθεται στον πολτό για να αυξήσει το ιξώδες και την ικανότητα δημιουργίας gel, με αποτέλεσμα την καλύτερη αιώρηση των βαριών υλικών και την αύξηση της χωρητικότητας των μεταφερομένων τριμμάτων. Ο μπεντονίτης βελτιώνει επίσης τη διήθηση και τις ιδιότητες της κρούστας του πολτού.

Ο ατταπουλγίτης προστίθεται στο νερό για την βελτίωση της αιώρησης και της αύξησης της χωρητικότητας των μεταφερομένων τριμμάτων. Ωστόσο ο ατταπουλγίτης δεν βελτιώνει την διήθηση και τις ιδιότητες της κρούστας του πολτού, και γι' αυτό χρησιμοποιείται σε ειδικές περιπτώσεις μόνο.

5.1 ΜΠΕΝΤΟΝΙΤΗΣ

Φυσικές ιδιότητες

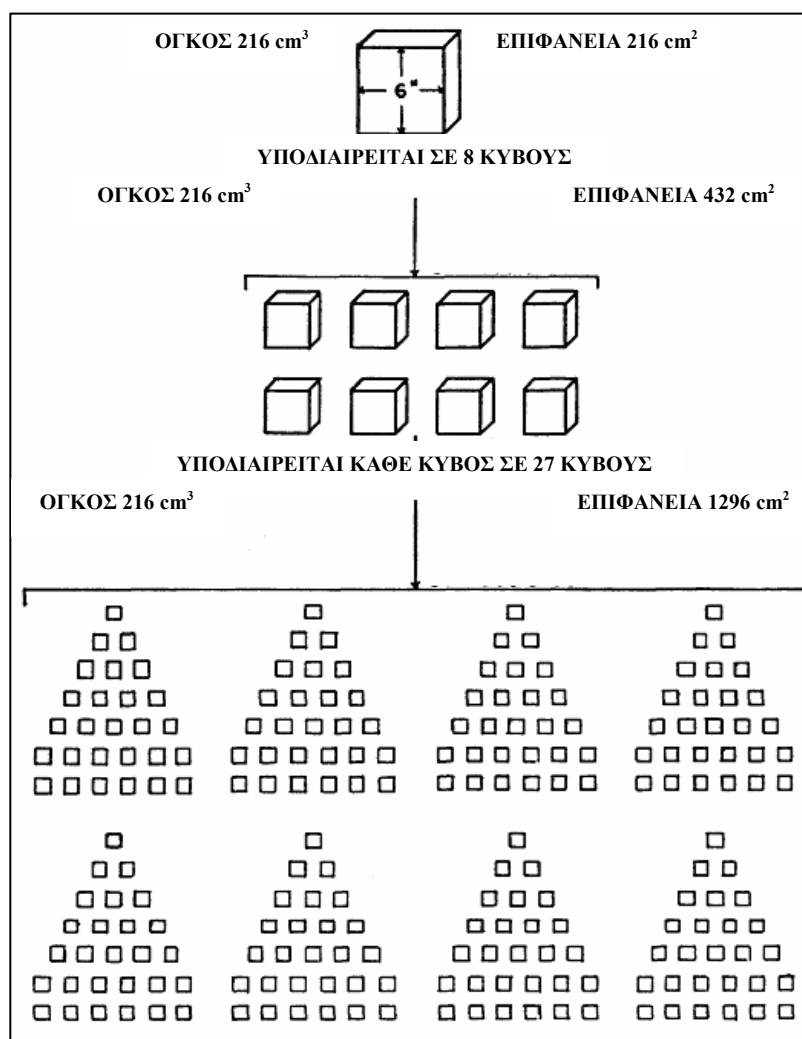
Η πιο συνήθης άργιλος που προστίθεται στους πολτούς διάτρησης είναι ο μπεντονίτης.

Δύο από τα πιο σημαντικά φυσικά χαρακτηριστικά του μπεντονίτη είναι το μέγεθος και το σχήμα των βασικών αργιλικών μονάδων. Ένα σωματίδιο αργίλου είναι εξαιρετικά μικρό και πεπλατυσμένο.

Στη μορφή συσκευασίας, τα σωματίδια της κονιορτοποιημένης αργίλου είναι στη πραγματικότητα ομάδες τέτοιων πεπλατυσμένων αργίλων οι οποίες είναι κολλημένες "face to face" σε δέσμες που ονομάζονται συσσωματώματα. Όταν αυτά τα συσσωματώματα αναταράσσονται μέσα σε γλυκό νερό, οι πλάκες των αργίλων διαχωρίζονται. Αυτός ο διαχωρισμός ονομάζεται διασπορά.

Βελτιστοποίηση του πολλού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

Όταν τα σωματίδια διαχωρίζονται, η επιφάνεια καθενός από αυτά είναι εκτεθειμένη στο νερό. Το σχήμα 19 δείχνει ότι παρόλο το πολύ μικρό μέγεθος των σωματιδίων της αργίλου που διασπέρνονται στο νερό, το μέγεθος της επιφάνειας της αργίλου που είναι διαθέσιμο είναι εξαιρετικά μεγάλο.



Εικόνα 21 : Σχέση μεταξύ μεγέθους σωματιδίου και επιφάνειας

Το επίπεδο σχήμα και το πολύ μικρό μέγεθος των σωματιδίων της αργίλου είναι κυρίως υπεύθυνα για τις ιδιότητες του μπεντονιτη στον σχηματισμό της κρούστας. Οι επίπεδες πλάκες σχηματίζουν μια λεπτή, σχετικά αδιαπέρατη κρούστα στα τοιχώματα της γεώτρησης.

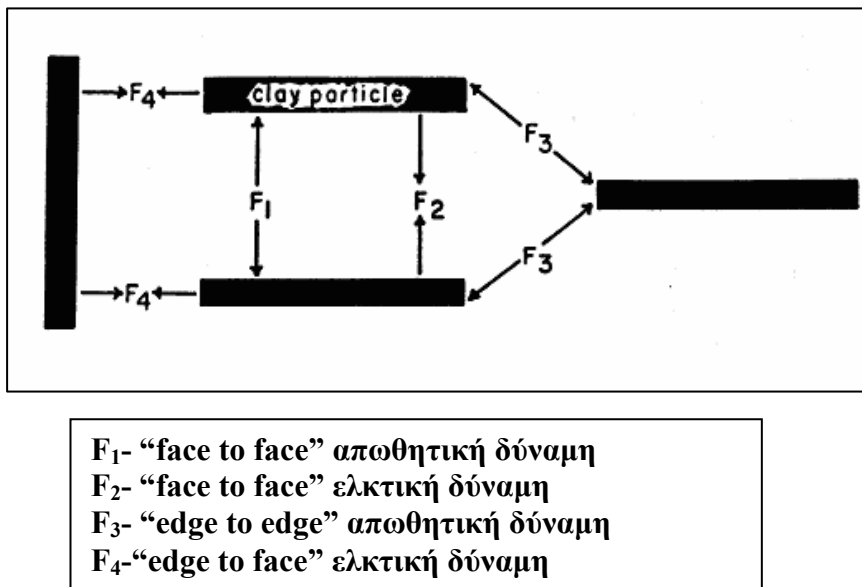
Χημικές ιδιότητες

Πολλά από τα προβλήματα για τον έλεγχο του πολτού διάτρησης σχετίζονται με την κατάσταση των στερεών της αργίλου στον πολτό. Σημαντικές αλλαγές μπορούν να συμβούν στις φυσικές ιδιότητες ενός πολτού μόνο με μια μικρή χημική επεξεργασία.

Για παράδειγμα, ένας πολτός διάτρησης με μεγάλο ιξώδες μπορεί να μειωθεί δραστικά με την προσθήκη πολύ μικρής ποσότητας ειδικού χημικού. Οι αλλαγές είναι το αποτέλεσμα λεπτών μεταβολών στη διευθέτηση των μικροσκοπικών σωματιδίων της αργίλου στο σύστημα.

Όταν τα σωματίδια του μπεντονίτη διαχωρίζονται στο νερό, θετικά ιόντα νατρίου θα εγκαταλείψουν την επιφάνεια της πλάκας αφήνοντας στην επιφάνεια αρνητικά φορτία. Η διασπορά των σωματιδίων είναι το αποτέλεσμα των αρνητικών φορτίων στις πλάκες που απωθούν η μια την άλλη, σε συνδυασμό με τον διαχωρισμό από την ανατάραξη του μπεντονίτη στο νερό.

Οι άκρες των πλακών ωστόσο, μπορεί να είναι είτε θετικά είτε αρνητικά φορτισμένες, ανάλογα με τα άτομα που παρέμειναν στις άκρες. Όταν τα σωματίδια της αργίλου βρίσκονται σε αιώρηση, μπορούν να δράσουν με αρκετά διαφορετικούς τρόπους. (σχήμα 22).



Εικόνα 22 : Οι κύριες δυνάμεις που δρουν στα σωματίδια της αργίλου σε υδατικό περιβάλλον

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

Όταν τα σωματίδια της αργίλου επαναδιευθετούνται μεταξύ τους σε έναν προσανατολισμό edge-to-face, το σύστημα χαρακτηρίζεται ως κροκιδωμένο. Με συγκεκριμένους τύπους επεξεργασίας, τα σωματίδια μπορούν ξανά να αποσυνδεθούν μεταξύ τους ή να διαχωριστούν.

Άλλες χημικές επεξεργασίες μπορούν να προκαλέσουν τον επαναπροσανατολισμό των σωματιδίων σε face-to-face. Αυτή η διευθέτηση των σωματιδίων περιγράφεται ως συσσωμάτωση.

Ο κατάλληλος χειρισμός των δυνάμεων που υπάρχουν μεταξύ των σωματιδίων με διαφορετικούς τρόπους επιτρέπει σημαντικό έλεγχο του ιξώδους και των ιδιοτήτων της ικανότητας δημιουργίας gel των αιωρούμενων αργιλικών.

Η διασπορά των αργιλικών και η ανάπτυξη ενδοσωματιδιακών δυνάμεων μειώνεται όταν η άργιλος προστεθεί σε νερό το οποίο περιέχει μεγάλες ποσότητες διαλυμένου ηλεκτρολύτη, όπως το αλμυρό νερό. Σαν αποτέλεσμα, επηρεάζονται το ιξώδες και η απόθεση της κρούστας στα τοιχώματα της γεώτρησης.

5.2 ΑΤΤΑΠΟΥΛΓΙΤΗΣ

Ο ατταπουλγίτης χρησιμοποιείται κυρίως σε νερό που περιέχει πολύ υψηλές συγκεντρώσεις διαλυμένου ηλεκτρολύτη, επειδή το ιξώδες και οι ιδιότητες διήθησης του μπεντονίτη είναι ανεπαρκείς σε τέτοια νερά. Όπως και στον μπεντονίτη το μέγεθος των σωματιδίων είναι πολύ μικρό, και το εμβαδόν της επιφάνειας των διασπαρμένων σωματιδίων είναι πολύ μεγάλο. Αντίθετα όμως με τον μπεντονίτη, τα σωματίδια του ατταπουλγίτη μοιάζουν με βελόνες, παρά με πλάκες. Το ιξώδες και οι ιδιότητες του ατταπουλγίτη εξαρτώνται από την περιπλοκή αυτών των σωματιδίων, παρά από τον προσανατολισμό τους όπως συμβαίνει με τον μπεντονίτη. Το μη οργανωμένο ανακάτωμα αυτών των σωματιδίων ευθύνεται για τις φτωχές ιδιότητες διήθησης του ατταπουλγίτη. Η δομή της βελόνας των σωματιδίων του ατταπουλγίτη δεν είναι ευνοϊκή για τον σχηματισμό μιας λεπτής, αδιαπέρατης κρούστας στα τοιχώματα της γεώτρησης.

(6). ΔΙΗΘΗΣΗ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΑΠΩΛΕΙΑΣ ΠΟΛΤΟΥ

Όπως αναφέρθηκε, υπάρχουν σημαντικές λειτουργίες για έναν πολτό διάτρησης. Η ικανότητα ενός ρευστού να εκτελέσει αυτές τις λειτουργίες εξαρτάται από τις φυσικές και τις χημικές ιδιότητες της λάσπης. Το ιξώδες, η δημιουργία gel και η πυκνότητα της λάσπης είναι όλα πολύ σημαντικά. Εξίσου σημαντικές είναι και οι ιδιότητες της διήθησης του ρευστού. Μια ικανοποιητική τιμή στην απώλεια του ρευστού και η απόθεση μιας λεπτής, αδιαπέρατης κρούστας στα τοιχώματα της γεώτρησης, είναι συχνά καθοριστικοί παράγοντες για μια επιτυχημένη απόδοση του πολτού διάτρησης.

Υπάρχουν δυο τύποι διήθησης: η δυναμική διήθηση η οποία συμβαίνει, όταν ο πολτός κυκλοφορεί και η στατική διήθηση, όταν ο πολτός είναι σταματημένος. Η δυναμική διήθηση διαφέρει από τη στατική διήθηση, κατά την οποία η ροή του πολτού στα τοιχώματα της γεώτρησης τείνει να απομακρύνει την κρούστα που έχει αποτεθεί κατά τη διαδικασία της διήθησης. Η κρούστα κατασκευάζεται μέχρις ότου ο βαθμός απόθεσης να γίνει ίσος με το βαθμό διάβρωσης. Όταν η κρούστα φτάσει σε μια ισορροπία πάχους, ο ρυθμός της διήθησης γίνεται συνεχής. Αυτό βρίσκεται σε αντίθεση με τη στατική διήθηση, όπου η κρούστα συνεχίζει να μεγαλώνει σε πάχος με το χρόνο και ο βαθμός της διήθησης συνεχίζει να μειώνεται. Στο ίδιο χρονικό διάστημα, μια στατική κρούστα θα είναι πιο παχιά από μια δυναμική κρούστα και ο στατικός ρυθμός διήθησης θα είναι μικρότερος από το δυναμικό ρυθμό. Επομένως, για να ελέγχεται το ποσό του πολτού που χάνεται με τη διήθηση σε έναν σχηματισμό, θα πρέπει να ελέγχεται η δυναμική διήθηση. Αν θέλουμε να εμποδίσουμε την απόθεση ενός παχύ στρώματος κρούστας, θα πρέπει να ελέγχεται η στατική διήθηση.

6.1 Θεμελιώδεις Αρχές Διήθησης

Η απώλεια του ρευστού (συνήθως νερό και διαλυμένα χημικά) από τον πολτό μέσα στο σχηματισμό συμβαίνει μόνο όταν η διαπερατότητα είναι τέτοια που να επιτρέπει το πέρασμα του ρευστού ανάμεσα από τα ανοίγματα των πόρων. Αν τα ανοίγματα είναι αρκετά μεγάλα, η πρώτη επίδραση είναι το πέρασμα του πολτού

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης μέσα από αυτά και η απώλειά του μέσα στις σχηματισμούς, ενώ στα τοιχώματα της γεώτρησης σχηματίζεται μία κρούστα από τα στερεά του πολτού.

Οι νόμοι της διήθησης δεν επηρεάζονται μέχρι το σχηματισμό ενός στρώματος φίλτρου με τη μορφή κρούστας. Αυτή η κρούστα αποτελείται από τα στερεά του πολτού, τα οποία προέρχονται από τα στερεά που βρίσκονται στη γεώτρηση καθώς και από διάφορα είδη στερεών που προστίθενται. Πιο σημαντικό, ακόμα και από τη σύσταση των στερεών του πολτού, είναι το μέγεθος, το σχήμα και η κατανομή των σωματιδίων.

6.2 Προβλήματα που Προκύπτουν από Ακατάλληλο Έλεγχο Διήθησης

Όταν ο πολτός διάτρησης έχει λανθασμένα χαρακτηριστικά διήθησης, τόσο κατά τη διάρκεια της διάτρησης όσο και με το τέλος της επιχείρησης, συναντώνται ένας αριθμός προβλημάτων. Οι υπερβολικοί ρυθμοί διήθησης αλλά και η δημιουργία κρούστας αρκετού πάχους μπορούν να οδηγήσουν στα παρακάτω προβλήματα :

1. Τη δημιουργία στενών σημείων στο φρεάτιο της γεώτρησης.
2. Σε σημαντική αύξηση πιέσεων κατά τη μετακίνηση των στελεχών της στήλης εξαιτίας της διαμέτρου της γεώτρησης.
3. Εκτεταμένα προβλήματα στο σχηματισμό από τη διήθηση του πολτού.
4. Προβλήματα εκτίμησης του σχηματισμού εξαιτίας της εκτεταμένης διήθησης και της δημιουργίας κρούστας μεγάλου πάχους.
5. Διαφοροποίηση της πίεσης των στελεχών εξαιτίας της αυξανόμενης περιοχής επαφής με τη κρούστα.

Το μεγαλύτερο μέρος αυτών των προβλημάτων δεν προκαλείται από την ποσότητα της διήθησης που χάνεται στο σχηματισμό, αλλά από το φίλτρο κρούστας που δημιουργείται στα τοιχώματα της γεώτρησης. Τα μόνα προβλήματα που δημιουργούνται από την υπερβολική απώλεια ρευστού είναι για την εκτίμηση του σχηματισμού, αλλά και η ζημιά του ίδιου του σχηματισμού. Όταν μεγάλες ποσότητες ρευστού εισέρχονται στο σχηματισμό, τα ρευστά του σχηματισμού είναι δυνατό να εκπληθούν από τη ζώνη γύρω από τη γεώτρηση, φτάνοντας σε σημείο ώστε τα εργαλεία των διαγραφιών να δίνουν εσφαλμένα αποτελέσματα. Αν υπάρχουν άργιλοι σε ένα σχηματισμό, το νερό της διήθησης μπορεί να προκαλέσει στα σωματίδια της αργίλου διόγκωση ή διασπορά και να οδηγήσει σε μείωση της διαπερατότητας του σχηματισμού. Η ακτίνα διεύδυσης της διήθησης μέσα σε ένα σχηματισμό αυξάνεται

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης ανάλογα με τη τετραγωνική ρίζα της ολικής διήθησης που χάνεται σε ένα σχηματισμό.

Για την αποφυγή προβλημάτων που προκύπτουν από λαθεμένα χαρακτηριστικά διήθησης ενός πολτού, θα πρέπει να επικεντρώνονται οι προσπάθειες στον έλεγχο της κρούστας. Γενικότερος σκοπός είναι η κρούστα που δημιουργείται να είναι όσο το δυνατόν λεπτή και αδιαπέρατη. Η ελαχιστοποίηση της απώλειας του πολτού μπορεί να έχει μεγαλύτερη επίδραση στο πάχος της κρούστας παρά στην απώλεια του ρευστού. Δύο πολτοί με την ίδια απώλεια ρευστού μπορεί να δημιουργούν φίλτρα κρούστας, τα οποία να έχουν μεγάλες διαφορές στο πάχος και στη διαπερατότητα και επομένως να εμφανίζονται πολύ διαφορετικά.

Αφού ένα φίλτρο κρούστας επιτυγχάνει το μέγιστο πάχος κατά τη διάρκεια μακρών περιόδων στατικής διήθησης, το ενδιαφέρον στρέφεται κυρίως στον έλεγχο της στατικής διήθησης για την αποφυγή προβλημάτων.

6.3 Παράγοντες που Επηρεάζουν τη Διήθηση

Χρόνος

Η απώλεια ρευστού υπολογίζεται συνήθως για περίοδο 30 λεπτών.

Για τον υπολογισμό της διήθησης χρησιμοποιείται ο παρακάτω μαθηματικός τύπος :

$$Q_2 = Q_1 \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$$

Όπου :

Q_2 : Άγνωστη διήθηση σε χρόνο T_2 , cc

Q_1 : Γνωστή διήθηση σε χρόνο T_1 , cc

Όπως φαίνεται, το ποσό της διήθησης αυξάνεται ανάλογα με την τετραγωνική ρίζα του χρόνου.

Πίεση

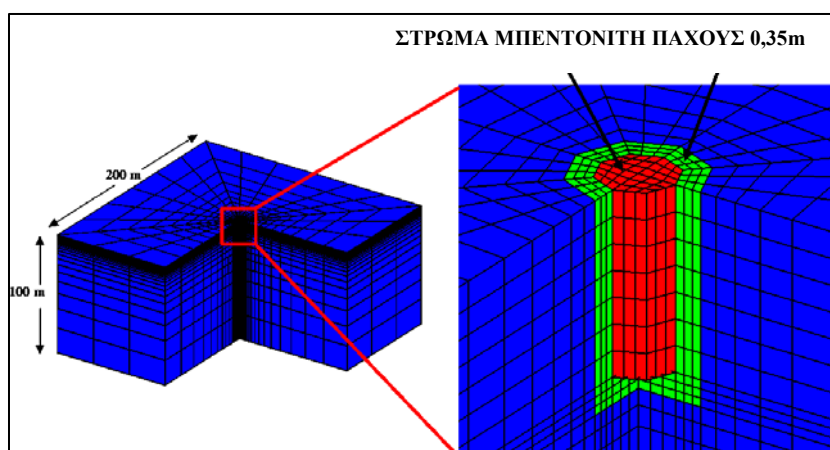
Η πίεση είναι ένας ακόμα παράγοντας που επηρεάζει τη διήθηση. Αν το μέσο της διήθησης ήταν σταθερό, το ποσό της διήθησης θα άλλαζε ανάλογα με τη τετραγωνική ρίζα της πίεσης. Στη περίπτωση της κρούστας του πολτού δε συμβαίνει κάτι τέτοιο, γιατί η κρούστα αποτελεί αντικείμενο συμπίεσης με συνεχόμενη απόθεση υλικού επάνω της, και επομένως με αλλαγές στο πορώδες και τη

Βελτιστοποίηση του πολλού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

διαπερατότητα. Αν η αυξανόμενη πίεση μετασχηματίζει τα σωματίδια σε μια κρούστα ή τα αναγκάζει να έρχονται πιο κοντά μεταξύ τους, τότε η διαπερατότητα θα πρέπει να μειώνεται. Αν η διαπερατότητα είναι μειωμένη, τότε η επίδραση της αυξανόμενης πίεσης κατά τη διήθηση θα πρέπει επίσης να μειώνεται σε ανάλογο ποσοστό. Με άλλα λόγια, η επίδραση της πίεσης κατά τη διήθηση του ρευστού είναι αποτέλεσμα της συμπιεστικότητας της κρούστας.

Επίδραση της Διαπερατότητας της Κρούστας στην Απώλεια Ρευστού

Η πιο αποτελεσματική μέθοδος ελέγχου της απώλειας του ρευστού είναι ο έλεγχος της διαπερατότητας της κρούστας. Το μέγεθος, το σχήμα και η ικανότητα των σωματιδίων να μετασχηματίζονται υπό πίεση είναι σημαντικοί παράγοντες για τον έλεγχο της διαπερατότητας. Τα μικρά σωματίδια σχηματίζουν κρούστες χαμηλής διαπερατότητας, σε αντίθεση με τα μεγάλα σωματίδια. Σωματίδια με μέγεθος μικρότερο από το 1 μικρό εξυπηρετούν καλύτερα σαν μέσα ελέγχου της απώλειας του ρευστού. Τα επίπεδα σωματίδια είναι περισσότερο αποτελεσματικά σε σχέση με τα σφαιρικά ή τα ακανόνιστου σχήματος σωματίδια. Αν τα σωματίδια μπορούν να μετασχηματιστούν από τη πίεση, η κρούστα θα γίνει ακόμα πιο συμπαγής. Τα σωματίδια του μπεντονίτη φαίνεται να εξυπηρετούν αυτές τις απαιτήσεις αρκετά καλά. Τα σωματίδια είναι μικρά, με πολλά από αυτά να είναι μικρότερα από 0,05 μικρά. Έχουν επίπεδο σχήμα και είναι αρκετά λεπτά σε σύγκριση με τις επίπεδες διαστάσεις τους. Επίσης σχηματίζουν κρούστες, οι οποίες είναι αρκετά συμπαγείς. Καθώς ο βαθμός της ενυδάτωσης των σωματιδίων αυξάνεται, η διαπερατότητα της σχηματιζόμενης κρούστας μειώνεται. Η διαπερατότητα της κρούστας που σχηματίζεται από μπεντονίτη με γλυκό νερό είναι περίπου 1 μικροδαρσύ.



Εικόνα 23 :Σχηματισμός κρούστας στα τοιχώματα της γεώτρησης από τον μπεντονίτη

Θερμοκρασία

Η αύξηση της θερμοκρασίας έχει συνήθως σαν αποτέλεσμα τη μείωση του ρυθμού διήθησης. Η αύξηση της θερμοκρασίας μειώνει το ιξώδες της υγρής φάσης, η οποία με τη σειρά της αυξάνει την απώλεια ρευστού, αν όλοι οι άλλοι παράγοντες παραμείνουν σταθεροί. Ο πίνακας δείχνει το ιξώδες του νερού σε διάφορες θερμοκρασίες, επιτρέποντας την εφαρμογή του τύπου υπολογισμού της διήθησης με αυξανόμενη θερμοκρασία.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (C°)	ΙΞΩΔΕΣ ΝΕΡΟΥ (CPS)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (C°)	ΙΞΩΔΕΣ ΝΕΡΟΥ (CPS)
20	1,005	148.9	0.184
30	0.801	160	0.174
40	0,656	170	0.160
50	0,549	176.6	0.1535
60	0,469	180	0.150
70	0,406	190	0.142
80	0.356	200	0.134
90	0.316	210	0.127
100	0.284	220	0.121
110	0.256	230	0.116
120	0.232	232.2	0.1136
121	0.2316	260	0.1004
130	0.212	287.7	0.0899
140	0.196	300	0.086

Όταν όλοι οι άλλοι παράγοντες παραμένουν σταθεροί, το ποσό της διήθησης θα διαφέρει ανάλογα με την τετραγωνική ρίζα του ιξώδους της υγρής φάσης. Επομένως, αν Q είναι το ποσό της διήθησης, τότε :

$$Q_2 = Q_1 \sqrt{\frac{V_{is1}}{V_{is2}}}$$

Όπου:

Q_2 = άγνωστη απώλεια ρευστού με ιξώδες V_{is2} , cc.

Q_1 = γνωστή απώλεια ρευστού με ιξώδες V_{is1} , cc.

Η θερμότητα μπορεί να προκαλέσει σε μερικές αργίλους συσσωμάτωση και αύξηση του ρυθμού διήθησης. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε αλλαγές στην ατμόσφαιρα των ιόντων γύρω από τα σωματίδια της αργίλου, σε αλλαγές στη διαλυτότητα των ξένων στοιχείων και στην απορροφητικότητα. Ακόμα μεγαλύτερες θερμοκρασίες ή μεγαλύτερες περίοδοι με λιγότερο σημαντικές θερμοκρασίες μπορεί

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης να έχουν ως αποτέλεσμα φυσικοχημικές αλλαγές στα κολλοειδή ή σε μερικά από τα συστατικά του πολτού.

Σε χαμηλές θερμοκρασίες, μια αύξηση στη θερμοκρασία μπορεί ενίοτε να μειώσει την απώλεια ρευστού, παρέχοντας ενυδάτωση και αύξηση της διασποράς των κολλοειδών σωματιδίων.

Διασπορά

Η κατάλληλη διασπορά των κολλοειδών αργίλων στον πολτό είναι επίσης σημαντικό στοιχείο για τον έλεγχο της διήθησης. Ένας καλά διασπαρμένος πολτός αποκτά ομοιόμορφη μορφή και τα σωματίδια αποκτούν τα κατάλληλα χαρακτηριστικά της διήθησης, με αποτέλεσμα τη μείωση της απώλειας ρευστού. Όταν ο πολτός δεν είναι σωστά διασπαρμένος, το ρευστό περνάει εύκολα ανάμεσα από τα συσσωματώματα, με αποτέλεσμα την αύξηση της διήθησης.

Η προσθήκη χημικών, μαζί με τη διάλυση των στερεών, βοηθάει στην ενίσχυση της κρούστας και κατά συνέπεια στη μείωση της απώλειας ρευστού. Σε μερικές περιπτώσεις ο ρυθμός της διήθησης είναι δυνατό να μειωθεί με τη προσθήκη νερού στο σύστημα. Αυτό μπορεί να συμβεί εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητας του πολτού σε στερεά. Η προσθήκη του νερού έχει ως αποτέλεσμα την καλύτερη διασπορά και επομένως τη μείωση της απώλειας ρευστού.

6.4 Μέσα ελέγχου της διήθησης

Η γενική εξίσωση της ροής ενός ρευστού μέσα από την κρούστα που σχηματίζεται στα τοιχώματα της γεώτρησης είναι:

$$V = k \frac{AP}{yt}$$

όπου:

V = ρυθμός ροής

A = επιφάνεια της κρούστας

P = πίεση κατά μήκος της κρούστας

y = ιξώδες του ρευστού που διέρχεται από την κρούστα

t = πάχος της κρούστας

k = σταθερά διαπερατότητας

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

Αν η πίεση μεταβάλλεται, και το ιξώδες παραμένει σταθερό, τότε ο ρυθμός ροής εξαρτάται από το πάχος της κρούστας και τη διαπερατότητα. Στην περίπτωση που το πάχος της κρούστας παραμένει σταθερό, τότε ο ρυθμός ροής εξαρτάται μόνο από τη διαπερατότητα. Κάτω από στατικές συνθήκες η αύξηση του πάχους της κρούστας δεν σημαίνει απαραίτητα και μείωση του ρυθμού ροής.

Ένας παράγοντας που επηρεάζει τη διαπερατότητα της κρούστας είναι το μέγεθος και η κατανομή των σωματιδίων που βρίσκονται στην κρούστα.

Η επίδραση της θερμοκρασίας προκαλεί κροκίδωση στα στερεά της αργίλου με συνέπεια την αύξηση της διήθησης. Είναι πολύ σημαντικό να γίνεται μέτρηση της διήθησης ενός πολτού κάτω από συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και υψηλής πίεσης, γιατί μπορεί να εκτιμηθεί καλύτερα η απώλεια του ρευστού.

Η άργιλος, όταν βρίσκεται σε κατάσταση κροκίδωσης, δε μπορεί να λειτουργήσει αποτελεσματικά ως μέσο ελέγχου της απώλειας ρευστού. Η προσθήκη μπεντονίτη σε έναν πολτό με σκοπό τη μείωση του ρυθμού διήθησης μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την εξαιρετική αύξηση του ιξώδους.

Οι περιοριστικοί παράγοντες της αργίλου υποδεικνύουν και την αναγκαιότητα προσθήκης άλλου υλικού για βοήθεια στον έλεγχο της διήθησης. Ο μπεντονίτης είναι απαραίτητος για τη δημιουργία μιας αδιαπέρατης κρούστας στα τοιχώματα της γεώτρησης, είναι απαραίτητα όμως και άλλα υλικά για την απόκτηση του επιθυμητού ρυθμού διήθησης.

Πολλά υλικά έχουν προταθεί για συμπληρωματική χρήση στον έλεγχο της διήθησης. Μερικά από αυτά είναι: οργανικοί διαλύτες, πολυσακχαρίδες, ακριλικά πολυμερή, starch, guar gum, (CMC). Κάθε ένα από αυτά έχει τα πλεονεκτήματα και τους περιορισμούς τους.

6.5 Προσθετικά για τον Έλεγχο της Απώλειας Ρευστού

Για τον έλεγχο της απώλειας του πολτού χρησιμοποιούνται διάφορα υλικά. Η εφαρμογή τους διαφέρει ανάλογα με τον τύπο του πολτού που χρησιμοποιείται αλλά και του χημικού περιβάλλοντος.

Άργιλοι

Το κυριότερο μέσο για τον έλεγχο της απώλειας του ρευστού είναι για τον μεγαλύτερο αριθμό των πολτών με βάση το νερό η παρουσία στο σύστημα αργιλικών

Βελτιστοποίηση του πολλού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης στερεών. Το κύριο σημείο για την καλή διήθηση είναι το ρευστό να έχει τη σωστή κατανομή στο μέγεθος των σωματιδίων. Αυτό σημαίνει ότι ο πολτός θα πρέπει να έχει ένα μεγάλο εύρος στο μέγεθος των σωματιδίων. Ένα μεγάλο ποσοστό αυτών των σωματιδίων πρέπει να έχει μέγεθος 1 μικρό ή και λιγότερο. Αυτό το μέγεθος των σωματιδίων δημιουργεί μια κρούστα, η οποία έχει μικρό πορώδες και μικρή διαπερατότητα. Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει η κρούστα να αποκτήσει τη μέγιστη πυκνότητα. Αυτό σημαίνει ότι τα μικρότερα σωματίδια θα πρέπει να κλείνουν τα ανοίγματα που υπάρχουν ανάμεσα στα σωματίδια μεγαλύτερου μεγέθους.

Ο μπεντονίτης είναι ένα κατάλληλο υλικό για αυτόν το σκοπό. Η ικανότητα του μπεντονίτη να μειώνει τη διήθηση οφείλεται : **(α)** στο μέγεθος των σωματιδίων **(β)** στο πλατύ και επίπεδο σχήμα των σωματιδίων και **(γ)** στην ικανότητα να ενυδατώνεται και να συμπιέζεται υπό πίεση. Ο μπεντονίτης έχει το μεγαλύτερο ποσοστό λεπτόκοκκων σωματιδίων από οποιαδήποτε άργιλο.

Starch

Αν τα κολλοειδή ορυκτά δεν επαρκούν για τη μείωση της διήθησης, τότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν οργανικά κολλοειδή όπως το Starch. Η προσθήκη του Starch σε μερικούς πολτούς όχι μόνο μειώνει τη διήθηση , αλλά σταθεροποιεί επίσης και τον πολτό. Το μεγαλύτερο μέρος του Starch που χρησιμοποιείται κυρίως στις γεωτρήσεις του πετρελαίου παρασκευάζεται από το καλαμπόκι. Το Starch χρησιμοποιείται ανεξάρτητα αν το νερό είναι ζεστό ή κρύο, γλυκό ή αλμυρό, και ανεξάρτητα από την τιμή του pH.

Πολυμερή

Υπάρχουν διάφοροι τύποι από πολυμερή τα οποία είναι ικανά να μειώσουν τη διήθηση σε ένα σύστημα πολτού. Οι τύποι των πολυμερών ταξινομούνται ανάλογα με τη δράση τους μέσα στο σύστημα του πολτού. Αυτή η ταξινόμηση βασίζεται στην απόδοση των πολυμερών είτε από την απορρόφησή τους μέσα στα στερεά, είτε με την αύξηση του ιξώδους της ρευστής φάσης. Τα πιο συνηθισμένα είναι αυτά που αυξάνουν το ιξώδες της ρευστής φάσης για τη μείωση της διήθησης. Αυτά τα πολυμερή είναι σχετικά μη ηλεκτρικά φορτισμένα και είναι λιγότερο ευαίσθητα στο περιβάλλον που βρίσκονται. Είναι ικανά να αναπτύξουν ιξώδες ακόμα και με την

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης παρουσία σκληρότητας. Ωστόσο όταν βρίσκονται σε μεγάλες συγκεντρώσεις είναι δυνατό να μειωθεί η αποτελεσματικότητά τους.

(7). ΥΛΙΚΑ ΜΕΓΑΛΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΠΟΛΤΟΥ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ (WEIGHTING MATERIALS)

Μια από τις λειτουργίες του πολτού διάτρησης είναι η χορήγηση του απαραίτητου υδροστατικού φορτίου για τον περιορισμό του αερίου, του πετρελαίου και του νερού μέσα στον σχηματισμό τους. Για να εκτελέσει αυτή τη λειτουργία, το διατρητικό ρευστό πρέπει να διοχετεύσει μια πίεση τουλάχιστον ισοδύναμη με την πίεση του σχηματισμού. Η πίεση που διοχετεύεται από το διατρητικό ρευστό ονομάζεται υδροστατικό φορτίο και η διαφορά μεταξύ του υδροστατικού φορτίου και της πίεσης του σχηματισμού ονομάζεται διαφορική πίεση. Αν το υδροστατικό φορτίο είναι μεγαλύτερο από αυτό των ρευστών του σχηματισμού, η διαφορική πίεση χαρακτηρίζεται ως θετική. Αν συμβαίνει το αντίστροφο, η διαφορική πίεση χαρακτηρίζεται ως αρνητική.

Το υδροστατικό φορτίο που δημιουργείται από μια στήλη γλυκού νερού είναι 0.433 psi/ft. Επομένως, στα 10.000 πόδια, η πίεση θα είναι 4.330 psi. Αν η πίεση του σχηματισμού στα 10.000 πόδια είναι μεγαλύτερη από 4.330 psi, πράγμα που συμβαίνει συνήθως, θα είναι απαραίτητη η αύξηση του υδροστατικού φορτίου. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την προσθήκη διαλυμένων στερεών μέσα στο νερό.

Διαλυτά άλατα, όπως χλωριούχο νάτριο, χλωριούχο ασβέστιο, χλωριούχο κάλιο, ανθρακικό νάτριο, και νιτρικό νάτριο χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία διαλυμάτων τα οποία έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα από το νερό.

Μία άλλη μέθοδος αύξησης της πυκνότητας του ρευστού είναι η διάλυση στερεών στην υγρή φάση με τη μορφή αργίλων, στερεών διάτρησης και βαρίτη. Οι άργιλοι και τα στερεά διάτρησης παρέχουν περιορισμένη πυκνότητα και υψηλό ιξώδες. Συνήθως τα στερεά διάτρησης είναι πολύ διαβρωτικά. Γι' αυτούς τους λόγους, όταν βασιζόμαστε στην άργιλο και σε στερεά διάτρησης για την πυκνότητα του πολτού θα έχει σαν αποτέλεσμα ο πολτός να γίνεται αρκετά παχύς ακόμα και όταν με χημική επεξεργασία η πυκνότητα είναι 11,5 prpg. Για πυκνότητες πολτού πάνω από 11,5 prpg και όταν είναι επιθυμητό χαμηλό ιξώδες, η άργιλος ελαχιστοποιείται και χρησιμοποιείται ο βαρύτης για την αύξηση της πυκνότητας του πολτού. Χημικά, ο βαρύτης είναι θειικό άλας του βαρίου. Το πετρέλαιο έχει ειδικό βάρος μεταξύ 4,2-4,3. το ειδικό βάρος του νερού είναι 1 και τα περισσότερα στερεά διάτρησης και οι

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

αργίλοι έχουν περίπου 2,5. Τα σωματίδια του βαρύτη είναι αρκετά μικρά ώστε να αιωρούνται στον πολτό αλλά όχι τόσο μικρά ώστε να προκαλέσουν ανεπιθύμητη αύξηση του ιξώδους. Ο βαρύτης είναι αδιάλυτος στον πολτό διάτρησης και δεν αντιδρά με τις αργίλους ή με τα διαλυμένα άλατα. Μαζί με τον βαρύτη θα πρέπει να προστίθεται και νερό, για να μη γίνεται ο πολτός εξαιρετικά πυκνός.

Αν ο σχηματισμός που διατρήνεται έχει αρκετά μεγάλη διαπερατότητα με αποτέλεσμα να επιτρέπει τη διείσδυση μεγάλων ποσοτήτων πολτού, τότε είναι απαραίτητη η αύξηση της πυκνότητας του πολτού.

Αν ο πολτός είναι απαραίτητο να έχει εξαιρετικά υψηλή πυκνότητα, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί σουλφίδιο του μολύβδου (PbS), είτε μόνο του είτε σε συνδυασμό με βαρύτη. Χρησιμοποιείται για την αύξηση της πυκνότητας του πολτού σε σημεία που είναι αδύνατο να γίνει με τον βαρύτη και έχει ειδικό βάρος περίπου 7.

Ο ασβεστόλιθος είναι ένα ακόμα υλικό το οποίο χρησιμοποιείται για την αύξηση της πυκνότητας του πολτού. Ο ασβεστόλιθος είναι σχετικά αδρανής έχει ειδικό βάρος περίπου 2.7 και περιορίζει την πυκνότητα που μπορεί να αποκτηθεί σε περίπου 12.0 prpg σε πολτούς με νερό και σε περίπου 11.5 prpg σε πολτούς με πετρέλαιο.

Αφού το ειδικό βάρος του βαρύτη είναι μεγαλύτερο από αυτό του ασβεστόλιθου, ένας πολτός μπορεί να αποκτήσει μεγαλύτερη πυκνότητα με λιγότερο υλικό αν χρησιμοποιηθεί ο βαρύτης αντί του ασβεστόλιθου. Ωστόσο ο ασβεστόλιθος παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα: **1)** Είναι περισσότερο οικονομικός, με αποτέλεσμα να μειώνεται το κόστος και **2)** Τα σωματίδια του ασβεστόλιθου μπορούν να αιωρούνται και να μην καθιζάνουν στον πολτό με περισσότερη ευκολία από ό,τι τα σωματίδια του βαρύτη.

Η προσθήκη του βαρύτη είναι συνεχόμενη, μέχρι ο πολτός να αποκτήσει την επιθυμητή πυκνότητα. Η ποσότητα του βαρύτη που είναι απαραίτητη μπορεί να καθοριστεί με την παρακάτω διαδικασία.

Αν αναμιχθούν δύο συστατικά με διαφορετικές πυκνότητες, τότε η πυκνότητα του μείγματος θα είναι αποτέλεσμα της ποσότητας και της πυκνότητας των συστατικών του μείγματος. Τα παραπάνω μπορούν να εκφραστούν ως εξής :

$$V_1 D_1 + V_2 D_2 = (V_1 + V_2) (D_R)$$

όπου,

V_1 = Όγκος του πρώτου συστατικού

V_2 = Όγκος του δεύτερου συστατικού

D_1 = Πυκνότητα του πρώτου συστατικού

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

D_2 = Πυκνότητα του δεύτερου συστατικού

D_R = Πυκνότητα του τελικού μείγματος

Πολλές φορές είναι χρήσιμο να είναι γνωστός ο αρχικός όγκος του πολτού που είναι απαραίτητος για να αποκτήσει έναν συγκεκριμένο όγκο μετά την αύξηση της πυκνότητας. Χρησιμοποιείται ο παρακάτω τύπος :

$$SV W_1 + (DV - SV) W_B = (DV) (W_2)$$

όπου,

SV = Αρχικός όγκος του πολτού

DV = Όγκος του πολτού μετά την αύξηση της πυκνότητας

W_B = Πυκνότητα του βαρύτη, ppg (35.4)

W_1 = Αρχική πυκνότητα του πολτού

W_2 = Τελική πυκνότητα του πολτού

Μερικές φορές είναι απαραίτητο να μειωθεί η πυκνότητα του πολτού. Σε αυτή την περίπτωση πρέπει να γίνει προσθήκη νερού αντί για βαρύτη. Η ποσότητα του νερού που πρέπει να προστεθεί υπολογίζεται με τον παρακάτω τύπο :

$$V_1 W_1 + V_2 W_w = (V_1 + V_2) W_2$$

όπου,

V_1 = % όγκος πολτού

V_2 = % όγκος νερού

W_1 = αρχική πυκνότητα του πολτού

W_2 = τελική πυκνότητα του πολτού

W_w = πυκνότητα του νερού (8.33 ppg)

Θεωρείται ότι $V_1 + V_2 = 100\%$

(8). ΥΛΙΚΑ ΑΡΑΙΩΣΗΣ ΤΟΥ ΠΟΛΤΟΥ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΗΣ ΔΙΗΘΗΣΗΣ

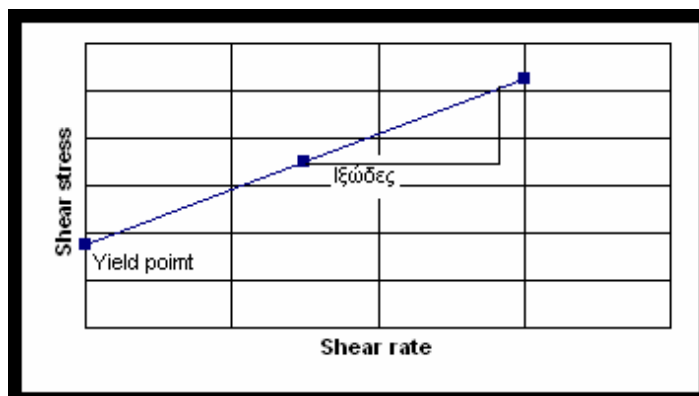
Το ιξώδες ενός πολτού πρέπει να βρίσκεται μέσα σε ορισμένα όρια, έτσι ώστε ο πολτός να μπορεί να εκτελεί τις λειτουργίες του με αποτελεσματικότητα και να μην υπάρχουν εμπόδια στις επιχειρήσεις διάτρησης.

Το βέλτιστο ιξώδες εξαρτάται από τον εξοπλισμό του γεωτρήπανου, από το μέγεθος της γεώτρησης, από το βάθος, από τον τύπο των σχηματισμών, από την περιοχή στην οποία γίνεται η γεώτρηση και από τα κάθε είδους προβλήματα που συναντιούνται. Η συνέπειες του υψηλού ιξώδους είναι η μείωση της υδραυλικής ικανότητας, η αύξηση των πιέσεων και η επιτάχυνση της λειτουργίας μεταφοράς των ρευστών της γεώτρησης στην επιφάνεια με μηχανικό τρόπο (swabbing). Αν το ιξώδες όμως είναι χαμηλό, μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την αποτυχία του καθαρισμού της γεώτρησης από τα τρίμματα.

Το ιξώδες ενός πολτού είναι αποτέλεσμα των συστατικών του πολτού, εξαρτάται δηλαδή από το αρχικό ιξώδες του ρευστού, από το μέγεθος και τον αριθμό των σωματιδίων, και από τις δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ των σωματιδίων. Η μέτρηση του ιξώδους λαμβάνει υπόψη και τους τρεις παράγοντες.

Η σχέση του "φαινομένου" ιξώδες με το "αληθινό" ιξώδες ενός ρευστού εξαρτάται από τον τύπο του ρευστού και από τις συνθήκες μέτρησης που επικρατούν. Ένας πολτός διάτρησης συνήθως καταλήγει σε μία από τις δύο κατηγορίες: σε πραγματικό ρευστό ή σε ψευδοπλαστικό ρευστό. Οι διαφορές μεταξύ των δύο ρευστών μπορούν να φανούν με τη βοήθεια ενός πειράματος. Τα ρευστά αντλούνται μέσω ενός αγωγού, ενώ παράλληλα καταγράφεται σε γράφημα το ιξώδες που μετριέται σε σχέση με τον ρυθμό ροής. Όταν χρησιμοποιείται ένα πραγματικό ρευστό, το ιξώδες παραμένει σταθερό καθώς ο ρυθμός ροής αυξάνει. Στην περίπτωση όμως ενός ψευδοπλαστικού ρευστού το ιξώδες διαφέρει καθώς διαφοροποιείται ο ρυθμός ροής και πλησιάζει ασυμπτωτικά σε μία ανώτατη τιμή, καθώς αυξάνει ο ρυθμός άντλησης.

Το πλαστικό ιξώδες που είναι η κλίση της καμπύλης Τάση διάτμησης-ρυθμός διάτμησης αποτελεί την ένδειξη του ιξώδους που δημιουργείται από την παρουσία στερεών μέσα στον πολτό. Το σημείο απόδοσης που είναι η θεωρητική τιμή της τομής της καμπύλης με τον άξονα Τάση διάτμησης, είναι αποτέλεσμα των δυνάμεων που αναπτύσσονται μεταξύ των στερεών σωματιδίων του πολτού.



Εικόνα 24 : Γραφική παράσταση shear stress-shear rate

Σε γενικές γραμμές, η αύξηση του πλαστικού ιξώδους στον πολτό γίνεται με την προσθήκη στερεών, ενώ η μείωση του πλαστικού ιξώδους γίνεται με τη μείωση της συγκέντρωσης των στερεών με τη βοήθεια αραιώσης ή μηχανικής απομάκρυνσης.

Αν είναι απαραίτητο να αυξηθεί το σημείο απόδοσης ενός πολτού μία λύση είναι η προσθήκη αντιδραστικών στερεών όπως ο μπεντονίτης ή η προσθήκη ενός ηλεκτρολύτη. Για να μειωθεί το σημείο απόδοσης, είναι απαραίτητη η προσθήκη του κατάλληλου αραιωτή για τον συγκεκριμένο τύπο πολτού.

Η προσθήκη ενός αραιωτή μειώνει το σημείο απόδοσης και κατά συνέπεια το φαινόμενο ιξώδες ενός πολτού ως αποτέλεσμα της μείωσης των ενδοσωματιδιακών δυνάμεων. Οι αραιωτές λειτουργούν σπάζοντας τους δεσμούς των πλακών της αργίλου και κατά συνέπεια μειώνουν τις ελκτικές δυνάμεις μεταξύ των σωματιδίων. Με τη βοήθεια των αραιωτών μπορεί να ελεγχθεί και η αντοχή συνεκτικότητας (gel strength) αφού αποτελεί αποτέλεσμα ενδοσωματιδιακών δυνάμεων.

Επομένως, με τους αραιωτές μπορεί να ελεγχθεί το φαινόμενο ιξώδες χωρίς τη χρησιμοποίηση μεγάλων ποσοτήτων νερού ως διαλύτη όπου σε άλλη περίπτωση κάτι τέτοιο θα ήταν απαραίτητο. Ωστόσο όμως, κάποια ποσότητα νερού είναι απαραίτητη για τον έλεγχο του ιξώδους που προκαλείται από τα διατηρηνόμενα στερεά. Επομένως χρειάζεται να υπάρχουν τα κατάλληλα ποσοστά χημικών αραιωτών και νερού για την διατήρηση των ρεολογικών ιδιοτήτων του πολτού σε ικανοποιητικό επίπεδο.

8.1 Αραιωτές

Η διάτρηση συνήθως ξεκινάει με τη χρησιμοποίηση ως ρευστού κυκλοφορίας το νερό. Τα στερεά του σχηματισμού καθώς αυτός διατρήνεται συσσωματώνονται με

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης τον πολτό. Αυτά τα “αυτόχθονα” στερεά αυξάνουν το ιξώδες και το τελικό ρευστό καλείται “αυτόχθονος πολτός”. Όταν το ιξώδες του πολτού γίνει αρκετά υψηλό, ώστε να προκαλεί εκτεταμένες πιέσεις στη αντλία, τότε αραιώνεται με χημική επεξεργασία.

8.2 Χημική Επεξεργασία

Διάφορα χημικά χρησιμοποιούνται γι’ αυτό τον σκοπό. Φωσφορικά, τετραφωσφορικά νατρίου και όξινα πυροφωσφορικά νατρίου είναι από τα πιο διαθέσιμα και τα πιο οικονομικά. Τα φωσφορικά ικανοποιούν τα ηλεκτρικά φορτία που υπάρχουν στα σωματίδια της αργίλου, όπως στον μπεντονίτη. Όταν συμβαίνει αυτό, τα στερεά σωματίδια στο ρευστό διασπέρνονται, δεν συσσωματώνονται και το ρευστό αραιώνει. Τα περισσότερα φωσφορικά δεν είναι σταθερά στις υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται, όσο η διάτρηση γίνεται πιο βαθιά. Όταν δημιουργείται μια τέτοια κατάσταση ο πολτός διάτρησης επιστρέφει σε κατάσταση συσσωμάτωσης. Επιπρόσθετες επεξεργασίες με φωσφορικά θα διασπείρουν ξανά τα στερεά και το ρευστό θα αραιώσει για ακόμα μια φορά. Η αυξανόμενη συγκέντρωση των φωσφορικών χημικών δεν καθιστά σταθερό το ρευστό.

Διάφορα υλικά έχουν χρησιμοποιηθεί σαν χημικοί διαλύτες, με διαφορετικούς βαθμούς επιτυχίας. Τα πιο συνηθισμένα από αυτά μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες : σε ανόργανα σύνθετα φωσφορικά και σε οργανικούς διαλύτες. Κάθε κατηγορία έχει τις εφαρμογές και τους περιορισμούς της.

ΤΥΠΟΙ ΦΩΣΦΟΡΙΚΩΝ

α) Sodium Acid Pyrophosphate	$\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$	pH 4.8
β) Sodium Hexametaphosphate	$(\text{NaPO}_3)_6$	pH 6.8
γ) Sodium Tetrphosphate	$\text{Na}_6\text{P}_4\text{O}_{13}$	pH 7.5
δ) Tetra Sodium Pyrophosphate	$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$	pH 10.0

Αυτά τα υλικά χρησιμοποιούνται κυρίως σε πολτούς με γλυκό νερό και έχουν επίδραση σε μικρές συγκεντρώσεις. Τα φωσφορικά από μόνα τους δεν βοηθούν στον έλεγχο της διήθησης, ωστόσο εξαιτίας της δράσης τους να διασκορπίζουν τα συσσωματώματα της αργίλου μπορούν να επιτύχουν μικρότερους ρυθμούς διήθησης, και ιδιαίτερα με παρουσία νερού με μικρό ποσό σκληρότητας.

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

Τα πολυφωσφορικά μετατρέπονται σε απλά φωσφορικά με την παρουσία νερού και με θερμοκρασίες πάνω από 55°C, με αποτέλεσμα την απώλεια της ικανότητας αραίωσης.

Η παρουσία αλάτων, με συγκέντρωση περίπου 5.000 ppm σε χλώριο, έχει ως αποτέλεσμα τα φωσφορικά να μην λειτουργούν ικανοποιητικά ως διαλύτες εξαιτίας της ισχυρής επίδρασης του αλατιού που δημιουργεί συσσωματώματα.

Με την παρουσία ασβεστίου ή και μαγνησίου σχηματίζεται ένα σύμπλοκο πολυφωσφορικό ή ένα αδιάλυτο ορθοφωσφορικό μεταλλικών ιόντων, με αποτέλεσμα τη μείωση της ικανότητας αραίωσης.

8.3 Οργανικοί Διαλύτες

Οι περιορισμοί των φωσφορικών διαλυτών ελαττώνουν τη χρήση τους σε πολτούς με γλυκό νερό καθώς και σε μικρές έως μεσαίου βάθους γεωτρήσεις όπου απουσιάζουν οι υψηλές θερμοκρασίες. Οι οργανικοί διαλύτες απεναντίας δεν αντιμετωπίζουν τέτοιους περιορισμούς και έχουν ευρύτερες εφαρμογές.

Οι οργανικοί διαλύτες χωρίζονται σε τρεις ομάδες : λιγνίνες, ταννίνες, και σε λιγνιτο-φωσφορικά.

Λιγνίνες

Τα συστατικά της λιγνίνης είναι τα χουμικά οξέα, δηλαδή ένα αποσυντιθεμένο οργανικό υλικό. Μια καλή πηγή αυτού του υλικού είναι ο λιγνίτης. Ο λιγνίτης αποτελεί ένα ανέξοδο χημικό για τον έλεγχο του ιξώδους, του σημείου απόδοσης (yield point), της αντοχής συνεκτικότητας (gel strength), και της απώλειας ρευστού σε έναν πολτό. Είναι ιδιαίτερα πολύτιμο για χρήση σε περιπτώσεις όπου οι υψηλές θερμοκρασίες αποτελούν πρόβλημα, εξαιτίας της ανθεκτικότητάς του σε τέτοιες θερμοκρασίες.

Ωστόσο, σε περιπτώσεις πολτών με υψηλό αλατούχο περιεχόμενο, και εξαιτίας της μη διαλυτότητας τους σε μεγάλα ποσά άλατος και της έντονης δράσης συσσωμάτωσης του άλατος, οι λιγνίνες είναι μη λειτουργικές. Επίσης η παρουσία δισθενών κατιόντων όπως το ασβέστιο και το μαγνήσιο, τις κάνει πάλι μη λειτουργικές εξαιτίας της ικανότητας τους να αντικαθιστούν ένα κατιόν με ένα διαφορετικό κατιόν.

Ο λιγνίτης δεν επηρεάζεται από θερμοκρασίες που είναι χαμηλότερες από τους 230°C, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για αραίωση όσο και για τον έλεγχο της

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης διήθησης σε ένα μεγάλο εύρος βάθους αλλά και θερμοκρασιών. Η αποτελεσματικότητα του λιγνίτη όπως ειπώθηκε επηρεάζεται από τη σκληρότητα του νερού. Αν δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί η σκληρότητα, η χρήση του λιγνίτη θα πρέπει να σταματάει όταν η σκληρότητα που είναι παρούσα στον πολτό υπερβαίνει τα 20me/l. Η μικρή ποσότητα χλωρίου μπορεί να είναι ανεκτή στους πολτούς με λιγνίτη με την αύξηση του pH σε τιμές πάνω από τις κανονικές και με εύρος από 8.5 έως 10.

Ο πολτός με λιγνίτη έχει υψηλό ιξώδες, χαμηλή αντοχή συνεκτικότητας, και χαμηλή διήθηση. Οι υψηλές συγκεντρώσεις λιγνίτη μαζί με μπεντονίτη έχει ως αποτέλεσμα ο πολτός να συμπεριφέρεται άριστα στη διήθηση ενώ η αντοχή συνεκτικότητας μένει σε χαμηλά επίπεδα.

Ταννίνες

Η ταννίνη χρησιμοποιείται για την αραίωση πολτών τόσο χαμηλού όσο και υψηλού pH, ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν μέσο αντιμετώπισης χαμηλού βαθμού μόλυνσης με αλάτι.

Η ταννίνη είναι ευαίσθητη σε μεγάλες συγκεντρώσεις άλατος και στην παρουσία ιόντων ασβεστίου και μαγνησίου, με αποτέλεσμα να περιορίζεται η διαλυτική της ικανότητα.

Λιγνιτο-Φωσφορικά

Αυτοί οι αραιωτές, αν και είναι περισσότερο ακριβοί από τις λιγνίνες και τις ταννίνες, ωστόσο έχουν μεγαλύτερο εύρος εφαρμογών αφού μπορούν να εφαρμοστούν σε καταστάσεις και συνθήκες, όπου οι λιγνίνες και οι ταννίνες δεν λειτουργούν ικανοποιητικά.

Χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο του ιξώδους και της αντοχής συνεκτικότητας (gel strength), ενώ είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά σε πολτούς τόσο με υψηλό όσο και χαμηλό pH, σε πολτούς με γύψο, σε πολτούς με θαλασσινό νερό, σε αλατούχους πολτούς, κ.α. Είναι σταθερά σε θερμοκρασίες πάνω από 205°C και μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για αραίωση όσο και για τον έλεγχο της διήθησης.

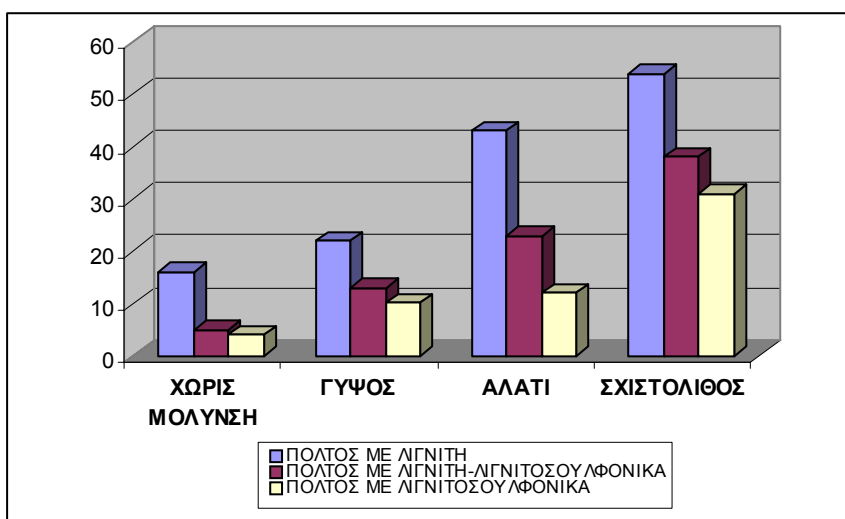
Τα χρώμιο-λιγνιτο-φωσφορικά είναι από τους πιο αποτελεσματικούς αραιωτές που είναι διαθέσιμοι. Παρέχουν όλα τα πλεονεκτήματα σε συνδυασμό με την αποφυγή της χρησιμοποίησης καυστικής σόδας, με όλες τις ανεπιθύμητες επιδράσεις της στον πολτό.

Λιγνιτό-Λιγνιτοσουλφονικά

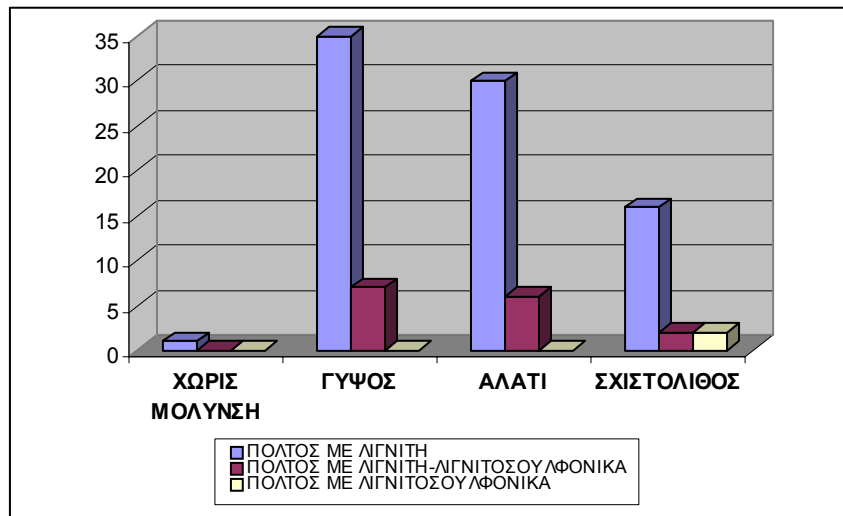
Πρόκειται για έναν από τους πιο σημαντικούς τύπους πολτού. Αυτός ο τύπος πολτού παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα, αφού συνδυάζει τόσο την οικονομία στη χρήση του λιγνίτη σαν υλικό για τον έλεγχο της διήθησης, όσο και την πολύ καλή λειτουργία των λιγνιτοσουλφονικών ως μέσο αραίωσης.

Οι λιγνίτες και τα ανθρακοφωσφορικά δεν έχουν την ίδια αντοχή στους ηλεκτρολύτες και τη θερμοκρασία. Γι αυτό τον λόγο και ανάλογα με τις καταστάσεις που μπορεί να προκύψουν, μπορεί να είναι απαραίτητη η προσθήκη ενός από τα δύο υλικά σε βάρος του άλλου.

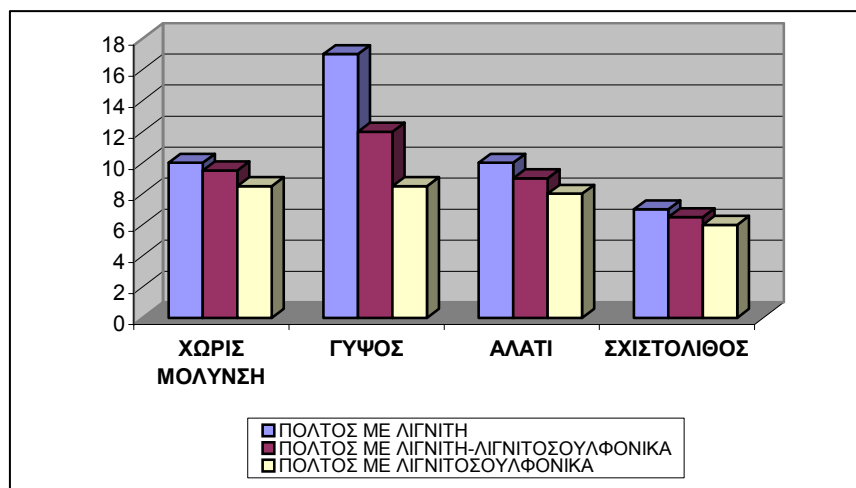
Στους πολτούς με νερό, οι λιγνίτες και τα ανθρακοφωσφορικά λειτουργούν ανεξάρτητα το ένα από το άλλο. Τα σχήματα συγκρίνουν την επίδραση των διάφορων υλικών που προκαλούν μόλυνση σε σχέση με το ιξώδες, την ικανότητα δημιουργίας gel, και τη διήθηση ενός πολτού με λιγνίτη, ενός πολτού με λιγνιτοσουλφονικά και ενός πολτού με λιγνιτο-λιγνιτοσουλφονικά.



Εικόνα 25 : Σύγκριση της επίδρασης διάφορων «μολυσματικών» στο ιξώδες σε πολτούς με λιγνίτη, λιγνίτη-λιγνιτοσουλφονικά και λιγνιτοσουλφονικά.



Εικόνα 26 : Σύγκριση της επίδρασης διάφορων «μολυσματικών» στην αντοχή συνεκτικότητας (gel strength) σε πολτούς με λιγνίτη, λιγνίτη-λιγνιτοσουλφονικά και λιγνιτοσουλφονικά.



Εικόνα 27 : Σύγκριση της επίδρασης διάφορων «μολυσματικών» στη διήθηση σε πολτούς με λιγνίτη, λιγνίτη-λιγνιτοσουλφονικά και λιγνιτοσουλφονικά.

(9). ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΑΛΑΚΤΩΜΑΤΩΝ

Ένα γαλάκτωμα σχηματίζεται όταν ένα υγρό διασπείρεται με την μορφή μικρών σταγονιδίων σε ένα άλλο υγρό, με το οποίο το διεσπαρμένο υγρό είναι μη αναμίξιμο. Σε ένα γαλάκτωμα, το διεσπαρμένο υγρό αποτελεί τη μη συνεχή ή την εσωτερική φάση. Το υγρό το οποίο παίζει το ρόλο του μέσου της διασποράς αποτελεί τη συνεχή ή την εξωτερική φάση.

Μη αναμίξιμα υγρά, όπως το πετρέλαιο και το νερό, μπορούν να γίνουν γαλάκτωμα απλά με την βοήθεια μηχανικής ενέργειας, πχ ανακίνηση. Αν ωστόσο, η μηχανική ενέργεια σταματήσει, τα σταγονίδια της μη συνεχούς φάσεως θα συνενώνονται και τα υγρά γρήγορα θα διαχωριστούν σε δυο στρώματα. Σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιείται ένα τρίτο συστατικό, ένας γαλακτωματοποιητής, ώστε το παραπάνω σύστημα να παραμένει σταθερό.

Τα γαλακτώματα κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες: χημικά γαλακτώματα και μηχανικά γαλακτώματα. Τα χημικά γαλακτώματα οφείλουν τις ιδιότητες σταθεροποίησης στις χημικές ιδιότητες του υλικού.

Στους πολτούς διάτρησης χρησιμοποιούνται δυο συστήματα γαλακτωμάτων. Το ένα είναι "πετρέλαιο μέσα σε νερό" και το άλλο είναι "νερό μέσα σε πετρέλαιο". Το γαλάκτωμα "πετρέλαιο μέσα σε νερό" έχει το νερό σαν συνεχόμενη φάση και το πετρέλαιο σαν φάση της διασποράς. Το γαλάκτωμα "νερό μέσα σε πετρέλαιο" έχει το πετρέλαιο σαν συνεχόμενη φάση και το νερό σαν φάση της διασποράς. Ο τύπος του γαλακτώματος καθορίζεται από τον βαθμό αραιώσης που απαιτείται, γιατί ένα γαλάκτωμα μπορεί να αραιωθεί μόνο στη συνεχόμενη φάση.

Τα τρία απαραίτητα συστατικά για ένα σταθερό σύστημα γαλακτώματος είναι το πετρέλαιο, το νερό, και ο γαλακτωματοποιητής. Τα περισσότερα συστήματα πολτών με νερό περιέχουν δύο από αυτά τα συστατικά – νερό και γαλακτωματοποιητή. Επομένως, η μετατροπή ενός πολτού με νερό σε σύστημα γαλακτώματος επιτυγχάνεται με την προσθήκη πετρελαίου στον πολτό. Η ποσότητα του πετρελαίου που προστίθεται είναι συνήθως 5-10% του όγκου του πολτού.

Ο μόνος περιορισμός κατά την χρησιμοποίηση πετρελαίου σε πολτό είναι ότι το σημείο της ανιλίνης θα πρέπει να είναι πάνω από τους 65°C. Πετρέλαια τα οποία

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης έχουν το σημείο της ανιλίνης κάτω από τους 65°C μπορεί να προκαλέσουν ζημιές στα πλαστικά κομμάτια του συστήματος κυκλοφορίας.

Το πετρέλαιο δεν προστίθεται στον πολτό για να διορθώσει μια έλλειψη του, αλλά για να παρέχει στον πολτό ορισμένες ευεργετικές ιδιότητες. Μερικές από αυτές τις ιδιότητες είναι οι παρακάτω:

- 1) Μείωση της περιστροφικής δύναμης.
- 2) Αύξηση του ρυθμού διείδυσης.
- 3) Αύξηση στη ζωή του κοπτικού άκρου.
- 4) Μείωση στην ανατάραξη του κοπτικού άκρου

9.1 Επίδραση Πρόσθετου Πετρελαίου στις Ιδιότητες του Πολτού

Υπάρχουν ορισμένες διακριτές αλλαγές που συμβαίνουν στις φυσικές ιδιότητες του πολτού όταν προστίθεται πετρέλαιο.

Μια από τις επιδράσεις είναι η μείωση της πυκνότητας του πολτού. Σε μερικές περιπτώσεις, η μείωση της πυκνότητας του πολτού μπορεί να είναι επιθυμητή. Όταν όμως απαιτείται συγκεκριμένη πυκνότητα πολτού που να αντιστέκεται στη πίεση του σχηματισμού, θα πρέπει μαζί με το πετρέλαιο να προστίθεται και υλικό με μεγάλο ειδικό βάρος ώστε να διατηρείται η πυκνότητα του πολτού.

Η μετατροπή ενός πολτού σε σύστημα γαλακτώματος έχει συνήθως ως αποτέλεσμα μια μικρή αύξηση στο ιξώδες. Αυτή η αλλαγή δύσκολα επηρεάζεται με την προσθήκη στον πολτό λεπτόκοκκων αδρανών στερεών. Επομένως, η προσθήκη πετρελαίου στον πολτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση στο ιξώδες με μια μικρή αλλαγή στο σημείο απόδοσης (yield point).

Μια ακόμα αλλαγή στις ιδιότητες του πολτού μετά την προσθήκη πετρελαίου είναι μείωση του ρυθμού της στατικής διήθησης. Η μείωση του ρυθμού της στατικής διήθησης οφείλεται στην απόθεση σταγονιδίων πετρελαίου στους πόρους της κρούστας, με αποτέλεσμα τη μείωση της διαπερατότητάς της.

9.2 Σταθερότητα Γαλακτώματος

Η ικανότητα της εσωτερικής φάσης να παραμένει διασπαρμένη στην εξωτερική φάση είναι ενδεικτική της σταθερότητας του γαλακτώματος. Αν η σταθερότητα του

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης
γαλακτώματος είναι φτωχή, τα διασπαρμένα σταγονίδια θα συνενώνονται, και το γαλάκτωμα θα χωριστεί σε δύο διακριτά στρώματα.

Μερικοί από τους παράγοντες που επηρεάζουν τη σταθερότητα ενός γαλακτώματος είναι:

- 1) Τύπος και ποσότητα του γαλακτωματοποιητή.
- 2) Αναλογία της εσωτερικής φάσης σε σχέση με την εξωτερική.
- 3) Περιεχόμενος ηλεκτρολύτης.
- 4) Θερμοκρασία και pH.

(10). "ΜΟΛΥΝΣΗ" ΤΟΥ ΠΟΛΤΟΥ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ

Κατά την προετοιμασία του μπεντονίτη με τη χρήση γλυκού νερού, ο μπεντονίτης ενυδατώνεται και αναταράσσεται με τη βοήθεια ενός αναμείκτη. Αυτή η διαδικασία οδηγεί στο διαχωρισμό των ενυδατωμένων πλακών της αργίλου και έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του ιξώδους και της ικανότητας δημιουργίας ζελατίνης (gel strength). Αν ο μπεντονίτης χρησιμοποιηθεί με αλμυρό νερό ή με νερό που περιέχει αδιάλυτα άλατα (ασβεστίου ή μαγνησίου) η ενυδάτωση και κατά συνέπεια η διασπορά μέσω ανατάραξης θα είναι μειωμένη. Το ερώτημα που ανακύπτει, είναι τι συμβαίνει όταν προστίθενται άλατα σε έναν διασπαρμένο μπεντονίτη και τι είναι απαραίτητο να γίνει για την επιστροφή του πολτού σε αποδεκτές συνθήκες διάτρησης.

Πρώτα είναι απαραίτητο να προσδιοριστούν τέσσερις ορισμοί, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν τις συνθήκες ισορροπίας που επικρατούν όταν ο μπεντονίτης προστίθεται στο νερό.

Dispersion. Περιγράφει τις πλάκες του μπεντονίτη αφού έχουν διαχωριστεί η μια από την άλλη με τη βοήθεια της ενυδάτωσης και της ανατάραξης. Οι αποθητικές δυνάμεις κυριαρχούν μεταξύ των επιπέδων των πλακών.

Aggregation. Είναι το αντίθετο του dispersion. Οι πλάκες της αργίλου είναι κολλημένες μεταξύ τους με χαλαρούς δεσμούς.

Flocculation. Δημιουργούνται ομάδες πλακών κολλημένες με τις άκρες τους (edge to edge) ή η άκρη με το επίπεδο (edge to face) το οποίο είναι αποτέλεσμα των ελκτικών δυνάμεων.

Deflocculation. Είναι το αντίθετο του flocculation, οι ελκτικές δυνάμεις έχουν εξουδετερωθεί και οι πλάκες ή οι ομάδες των πλακών διαχωρίζονται.

Η άργιλος μπορεί να βρίσκεται σε περισσότερες της μιας από τις παραπάνω καταστάσεις την ίδια χρονική στιγμή.

Ένα σύστημα “dispersed-deflocculated” σχηματίζεται όταν ο μπεντονίτης αναμιγνύεται σε γλυκό νερό και προστίθεται μια κατάλληλη μικρή ποσότητα αραιωτή ώστε να εξουδετερώνονται οι ελκτικές δυνάμεις.

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

Με την προσθήκη μονοσθενούς άλατος, όπως το χλωριούχο νάτριο, το παραπάνω σύστημα μετατρέπεται σε σύστημα “dispersed-flocculated”.

Αν ένα δισθενές άλας όπως ο γύψος προστεθεί σε ένα σύστημα, οι πλάκες τις αργίλου τείνουν να ενώνονται χαλαρά με διάφορους συνδυασμούς, face to face, edge to edge, edge to face. Αυτή η διαδικασία έχει ως αποτέλεσμα ένα σύστημα “aggregated-flocculated”.

10.1 Ιξώδες-αντοχή συνεκτικότητας-διήθηση σε διάφορες συνθήκες ισορροπίας της αργίλου

Αφού το ιξώδες, η αντοχή συνεκτικότητας, και η διήθηση ενός συστήματος αργίλου εξαρτώνται από το μέγεθος, το σχήμα και τον αριθμό των σωματιδίων και τις ενδοσωματιδιακές δυνάμεις, είναι δυνατό να εξεταστεί η σχέση ιξώδους, αντοχή συνεκτικότητας και διήθησης στις τέσσερις καταστάσεις ισορροπίας της αργίλου με την προετοιμασία κάθε δείγματος με ισοδύναμο ποσοστό βάρους μπεντονίτη.

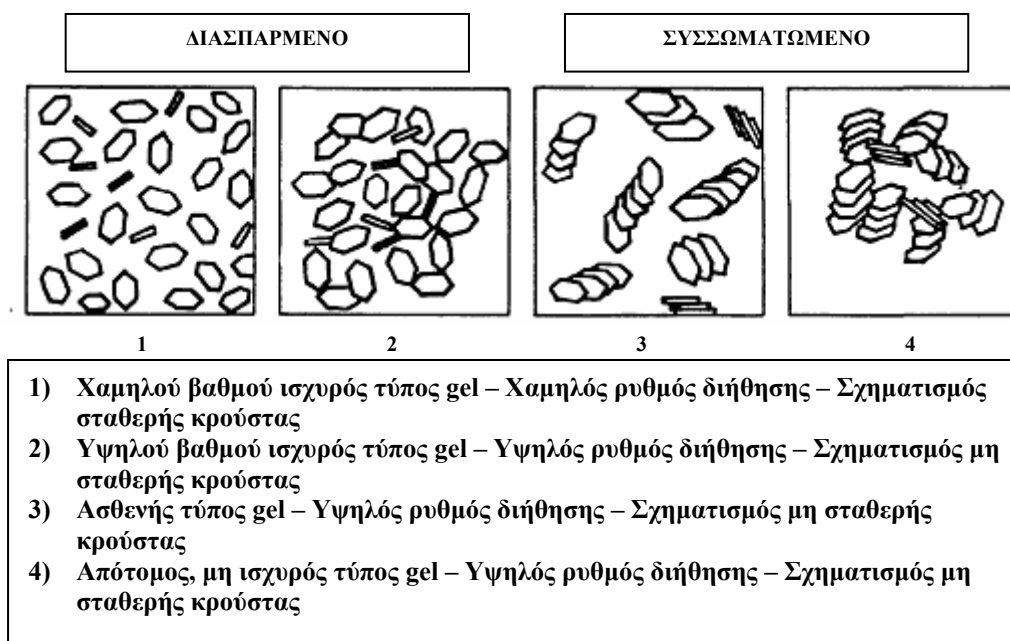
“dispersed-deflocculated”

Σ’ αυτή την περίπτωση ο μεγαλύτερος αριθμός των πλακών της αργίλου με το μικρότερο μέγεθος υπάρχουν, με τις ελκτικές δυνάμεις μεταξύ των πλακών να είναι εν μέρη εξουδετερωμένες. Η αντίσταση στην αρχική ροή του ρευστού (yield point) θα είναι μικρή αν υπάρχει και ο κατάλληλος αραιωτής. Η αντοχή συνεκτικότητας θα είναι χαμηλή αλλά προοδευτικά θα αυξάνει. Ο ρυθμός διήθησης θα είναι ο μικρότερος από τις τέσσερις καταστάσεις εξαιτίας του μικρού μεγέθους των σωματιδίων. Ο όγκος της αργίλου, όπου περιλαμβάνει τις πλάκες της αργίλου μαζί με το νερό, θα είναι μεγάλος. Αν γίνουν και άλλες προσθήκες μπεντονίτη, ο μπεντονίτης θα διαλυθεί αμέσως και θα δώσει μεγαλύτερο ιξώδες και αντοχή συνεκτικότητας.

“dispersed-flocculated”

Σε αυτή τη κατάσταση οι πλάκες σχηματίζουν μεταξύ τους ομάδες ή συσσωματώματα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του όγκου της αργίλου και επομένως το πλαστικό ιξώδες θα είναι μικρότερο από ένα σύστημα “dispersed-deflocculated”. Εξαιτίας της αύξησης των ελκτικών δυνάμεων, η αντίσταση στην αρχική ροή του ρευστού (yield point) θα είναι μεγαλύτερη. Η αντοχή συνεκτικότητας (gel strength) θα είναι υψηλή και προοδευτικά θα αυξάνει εξαιτίας των μεγάλων

Βελτιστοποίηση του πολλού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης ενδοσωματιδιακών δυνάμεων. Το σύστημα θα παρουσιάζει μικρή διήθηση λόγω της παρουσίας μεγάλων συσσωματωμάτων, με αποτέλεσμα το σχηματισμό παχιάς κρούστας. Η ενυδάτωση και η διασπορά με επιπλέον προσθήκη μπεντονίτη θα μειώνεται από τη ποσότητα του άλατος στο διάλυμα.



Εικόνα 28 : Καταστάσεις ισορροπίας της αργίλου

“aggregated-flocculated”

Η προσθήκη πολυσθενικών ιόντων προκαλεί χαλάρωση των δεσμών μεταξύ των πλακών της αργίλου που σχηματίζουν ομάδες ή συσσωματώματα. Αυτό έχει σαν συνέπεια τη μείωση του όγκου της αργίλου. Το πλαστικό ιξώδες θα είναι μικρότερο από ένα σύστημα “dispersed-flocculated”. Εξαιτίας της αύξησης των ενδοσωματιδιακών δυνάμεων η αντίσταση στην αρχική ροή του ρευστού (yield point) θα είναι υψηλή. Το σύστημα θα παρουσιάζει μικρή διήθηση λόγω της ένωσης και του σχηματισμού ομάδων από τις πλάκες της αργίλου. Το gel strength είναι συνήθως υψηλό και παραμένει σταθερό. Η παρουσία διαλυμένου άλατος εμποδίζει την ενυδάτωση και τη διασπορά κάθε επιπλέον προσθήκης μπεντονίτη.

“aggregated-deflocculated”

Σε ένα τέτοιο σύστημα ο όγκος της αργίλου αλλά και το πλαστικό ιξώδες είναι χαμηλά εξαιτίας των δεσμών των πλακών της αργίλου. Οι ενδοσωματιδιακές δυνάμεις είναι μειωμένες και επομένως και το (yield point) θα είναι χαμηλό. Επιπλέον προσθήκες μπεντονίτη, θα έχουν μικρή επίδραση στις ρεολογικές ιδιότητες του συστήματος λόγω της παρουσίας διαλυμένου άλατος.

Τα διαλυτά άλατα που συνήθως συναντώνται σε επιχειρήσεις διάτρησης μπορούν να χωριστούν σε δύο ομάδες, στα μονοσθενή και τα δισθενή. Το πιο σύνηθες μονοσθενή χημικό που βρίσκεται είναι το χλωριούχο νάτριο (NaCl) ενώ σε μικρότερη έκταση συναντάται το χλωριούχο κάλιο (KCl).

Τα πιο συνήθη δισθενή χημικά τα οποία προκαλούν μόλυνση είναι το θεικό ασβέστιο (CaSO_4), το τσιμέντο (Ca(OH)_2), το χλωριούχο ασβέστιο (CaCl_2), το θεικό μαγνήσιο (MgSO_4), και το χλωριούχο μαγνήσιο (MgCl_2).

10.2 Χλωριούχο νάτριο

Το χλωριούχο νάτριο συναντάται με διάφορους τρόπους. Βρίσκεται σε δόμους άλατος, σε στρώματα αλατούχων πετρωμάτων, σε εβαποριτικούς σχηματισμούς, σε ροές αλατούχου νερού κ.α. Το άλας διαλύεται αμέσως στο νερό ενώ απαιτούνται 125ppb άλατος για να κορεσθεί το γλυκό νερό στους 25°C .

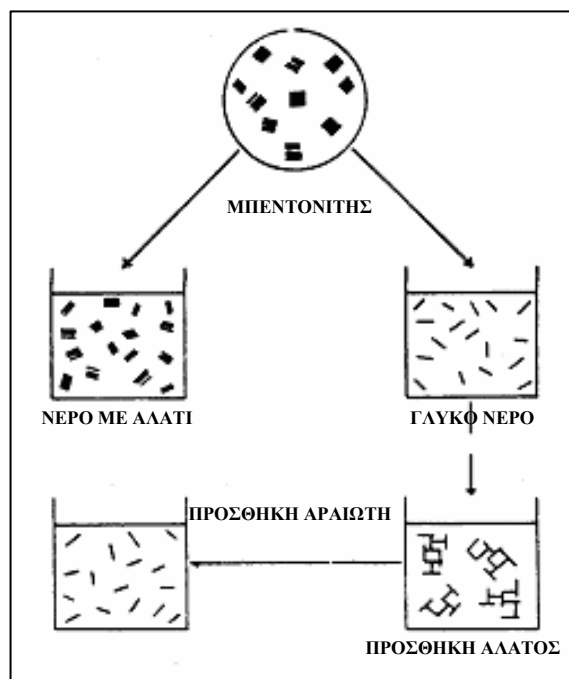
Η "μόλυνση" του πολτού με άλας προκαλεί μία αύξηση στο ιξώδες, στο yield point, στο gel strength και στη διήθηση, ενώ το pH μπορεί να μειωθεί.

10.3 Ροή αλατούχου νερού

Η ροή αλατούχου νερού μπορεί να διαπιστωθεί από μια αύξηση στον όγκο της δεξαμενής του πολτού, από την αύξηση της περιεκτικότητας σε ιόντα χλωρίου και από τη μείωση της πίεσης της αντλίας. Αν η πυκνότητα του πολτού είναι μεγαλύτερη από τη πυκνότητα του αλατούχου νερού, τότε και η πυκνότητα του πολτού θα μειωθεί.

Όταν συναντάται το αλατούχο νερό, τότε θα πρέπει να χρησιμοποιούνται υλικά με μεγάλο ειδικό βάρος (weighting materials) ώστε να αυξηθεί η πυκνότητα του πολτού και να σταματήσει η επίδραση του αλατούχου νερού και παράλληλα να γίνεται κατάλληλη επεξεργασία, ώστε να αντιμετωπιστεί ο σχηματισμός συσσωματωμάτων

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης στον πολτό όπου προκαλείται από το αλάτι. Η επεξεργασία περιλαμβάνει διάφορα οργανικά μέσα (αραιωτές) για τη μείωση του ιξώδους, του gel strength και του yield point, καυστική σόδα για τη προσαρμογή του pH, και μεγαλύτερες ποσότητες οργανικών μέσων για τη μείωση της διήθησης. Αν η περιεκτικότητα σε στέρεα του πολτού είναι μεγάλη, τότε μπορεί να είναι απαραίτητη η αραιώση του πολτού με νερό



Εικόνα 29 : Επίδραση του αλμυρού νερού στον μπεντονίτη

10.4 Σχηματισμοί Εβαπορίτων

Οι σχηματισμοί εβαπορίτων συναντώνται σε περιοχές παραγωγής πετρελαίου και αερίου.

Όταν διατηρήνεται ένας σχηματισμός εβαποριτών, το νερό του πολτού διαλύει πολύ γρήγορα αρκετή ποσότητα άλατος από το σχηματισμό, με συνέπεια να κορεστεί σε αρκετά μεγάλο βαθμό και με αποτέλεσμα την έκπλυση τμημάτων της γεώτρησης. Η προετοιμασία αλατούχου πολτού πριν την διάτρηση έχει ως αποτέλεσμα τον μικρότερο βαθμό έκπλυσης του σχηματισμού.

10.5 Σχηματισμοί αλατούχων πετρωμάτων

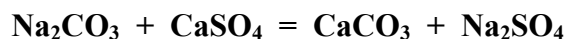
Όταν η γεώτρηση γίνεται σε αλατούχο σχηματισμό, ο ρυθμός διάτρησης συνήθως αυξάνει γιατί το αλάτι είναι πιο μαλακό από τα περιβάλλοντα πετρώματα. Η αντιμετώπιση αυτού του τύπου "μόλυνσης" εξαρτάται από την ποσότητα του άλατος που πρόκειται να διατρηθεί. Κατά τη συνάντηση αλατούχου πετρώματος, το μόνο που είναι απαραίτητο είναι η αντιμετώπιση της διόγκωσης του πολτού που προκαλείται από το αλάτι, ενώ πιθανό να είναι απαραίτητη η μετατροπή του πολτού και ο κορεσμός του σε αλάτι. Αν δεν γίνουν οι παραπάνω ενέργειες, μπορεί να συμβεί εξαιρετική διόγκωση του πολτού, με αποτέλεσμα τον σχηματισμό κοιλωμάτων.

10.6 Θεικό ασβέστιο

Το θεικό ασβέστιο βρίσκεται στη φύση ως γύψος ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ή ως ανυδρίτης (CaSO_4). Βρίσκεται με τη μορφή σχηματισμών μεγάλου πάχους, ως σχηματισμοί εβαποριτών, και μερικές φορές ως πέτρωμα κάλυψης ενός δόμου άλατος.

Το θεικό ασβέστιο προκαλεί συσσωμάτωση και κροκκίδωση στον πολτό με αποτέλεσμα τη διόγκωση του. Επίσης προκαλεί αύξηση στο ιξώδες, στο gel strength, στο yield point και στη διήθηση. Το μερικώς διαλυμένο θεικό ασβέστιο προκαλεί αύξηση στη σκληρότητα και στα περιεχόμενα θεικά. Αν χρησιμοποιηθεί πολτός με βάση το ασβέστιο τότε το θεικό ασβέστιο θα έχει μικρή ή και καθόλου επίδραση στις ιδιότητες του πολτού.

Για να διατηρηθεί ο πολτός στην αρχική του κατάσταση μετά τη "μόλυνση" από το θεικό ασβέστιο είναι απαραίτητο να αντιμετωπιστούν τα ιόντα που προκαλούν συσσωμάτωση και κροκκίδωση. Αυτό μπορεί να γίνει με την προσθήκη ανθρακικού νάτριου.



Το ασβέστιο κατακάθεται όπως το αδιάλυτο ανθρακικό ασβέστιο (ασβεστόλιθος). Ένας γενικός κανόνας είναι η προσθήκη 0,02ppb ανθρακικού νάτριου για κάθε ppm σκληρότητας. Μετά την προσθήκη του ανθρακικού νάτριου χρησιμοποιείται συνήθως ένας αραιωτής για τη μείωση του ιξώδους και της αντοχής συνεκτικότητας.

10.7 Τσιμέντο

Η μόλυνση του πολτού από τσιμέντο μπορεί να συμβεί κατά τη διάρκεια της πήξης του τσιμέντου, ή λόγω μη σωστής τοποθέτησης του τσιμέντου. Το τσιμέντο θεωρείται ως υδροξείδιο του ασβεστίου. Το υγρό τσιμέντο έχει μεγαλύτερη επίδραση στη μόλυνση του πολτού σε σχέση με το σκληρό τσιμέντο.

Το τσιμέντο προκαλεί αύξηση στο ιξώδες, στην αντοχή συνεκτικότητας (gel strength), στο σημείο απόδοσης (yield point), στο pH και στη διήθηση. Αν χρησιμοποιηθεί πολτός με υψηλό pH, τότε η επίδραση του τσιμέντου στη διόγκωση του πολτού είναι ασήμαντη έως μηδαμινή.

Όταν αντιμετωπίζεται η μόλυνση από το τσιμέντο, συνήθως είναι απαραίτητο να γίνουν δύο πράγματα: (1) μείωση του pH, και (2) επεξεργασία της επίδρασης του ασβεστίου ως και απομάκρυνση του. Μια συνήθης διαδικασία για την αντιμετώπιση της μόλυνσης του τσιμέντου για να διατηρηθεί η κατάσταση διασποράς των αργίλων είναι η απομάκρυνση του ασβεστίου με δισανθρακικό νάτριο, το οποίο ενώ μειώνει το pH, ταυτόχρονα λειτουργεί και ως οργανικός αραιωτής.



Με την προσθήκη ενός οργανικού αραιωτή με λίγη ή καθόλου καυστική σόδα σε έναν πολτό που έχει μολυνθεί από τσιμέντο, μπορεί να μειωθεί αποτελεσματικά η διόγκωση που έχει συμβεί.

10.8 Άλλα δισθενή ιόντα

Το χλωριούχο μαγνήσιο, το χλωριούχο ασβέστιο και το θεικό μαγνήσιο συναντώνται συνήθως σε διάφορες συγκεντρώσεις σε νερά σχηματισμών και στο θαλασσίνο νερό. Η μόλυνση ενός πολτού από νερό σχηματισμού μπορεί να προκαλέσει όχι μόνο μόλυνση με άλατα αλλά και να μεταβάλει τη σκληρότητα. Τα παραπάνω χημικά μπορούν να βρεθούν και σε εβαποριτικούς σχηματισμούς. Η μόλυνση με ιόντα μαγνησίου έχει το ίδιο αποτέλεσμα με το ασβέστιο και μπορεί να αντιμετωπιστεί με τις ίδιες μεθόδους. Τέλος, όταν το pH είναι πάνω από 10 το μαγνήσιο κατακάθεται στο διάλυμα ως υδροξείδιο του ασβεστίου.

10.9 Περιπτώσεις Μολύνσεως Και Τρόποι Αντιμετώπισης

Ο βαθμός μιας μόλυνσης που επηρεάζει ένα ρευστό είναι ανάλογη με τη συγκέντρωση των στερεών σε αυτό το ρευστό.

Παρακάτω παρουσιάζονται μερικές συνήθεις μολύνσεις, τα συμπτώματα και οι προτεινόμενοι τρόποι αντιμετώπισης για τη διόρθωση της κατάστασης.

Υψηλή συγκέντρωση στερεών :

Συμπτώματα :

1. Υψηλό ιξώδες, το οποίο δε βελτιώνεται με χημική επεξεργασία
2. Υψηλή περιεκτικότητα σε στερεά

Αντιμετώπιση :

- Διάλυση με νερό όπου είναι πρακτικό
- Συσσωμάτωση και καθίζηση των στερεών
- Απομάκρυνση των στερεών με μηχανικά μέσα όπως κόσκινα, απομονωτές άμμου και κεντρόφυγα
- Καθαρισμός του λάκκου του πολτού διάτρησης

Μόλυνση τσιμέντου : (Αυτή η μόλυνση διαφέρει από γεώτρηση σε γεώτρηση)

Συμπτώματα :

1. Αύξηση ιξώδους και gel strength
2. Αύξηση του pH
3. Αύξηση της απώλειας του ρευστού
4. Αύξηση του διαλυμένου ασβεστίου

Αντιμετώπιση :

- Ανάλογα με τον τύπο του πολτού που χρησιμοποιείται, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οποιαδήποτε φωσφορικά, δισανθρακικό νάτριο ή σκόνη σόδας για την απομόνωση και τον διαχωρισμό του διαλυμένου ασβεστίου από τον διάλυμα του πολτού. Τα σωματίδια της αργίλου είναι τότε ελεύθερα να αντιδράσουν με το μέσο αραίωσης που χρησιμοποιείται.
- Αντιμετώπιση με νερό και χρωμιο-λιγνιτοσουλφονικά για τον έλεγχο των ιδιοτήτων της ροής. Όταν οι ιδιότητες ροής είναι υπό έλεγχο, γίνεται προσθήκη μπεντονίτη για την απόκτηση της επιθυμητής απώλειας ρευστού.

Γύψος ή ανυδρίτης :

Συμπτώματα:

1. Αύξηση του ιξώδους και της αντοχής συνεκτικότητας (gel strength)
2. Αύξηση της απώλειας ρευστού
3. Αύξηση διαλυμένου ασβεστίου
4. Πιθανή μείωση του pH

Αντιμετώπιση:

- Διαχωρισμός του διαλυμένου ασβεστίου με φωσφορικά, σκόνη σόδας ή ανθρακικό βάριο. Μείωση του ιξώδους με χρησιμοποίηση λιγνιτόσουλφονικών και καυστικής σόδας. Μείωση της απώλειας του ρευστού με χρησιμοποίηση μπεντονίτη.
- Ο γύψος ή ο ανυδρίτης μπορεί να παραμείνει στο σύστημα για να δώσει ένα επίπεδο διαλυμένου ασβεστίου πάνω από 600 ppm. Ο έλεγχος του ιξώδους γίνεται με τη χρησιμοποίηση λιγνιτόσουλφονικών, του pH με καυστική σόδα και της απώλειας ρευστού με τον μπεντονίτη.

Αλατούχο πέτρωμα :

Συμπτώματα :

1. Αύξηση του ιξώδους
2. Αύξηση της απώλειας ρευστού
3. Αύξηση του διαλυτού χλωρίου και ασβεστίου
4. Μείωση του pH

Αντιμετώπιση :

- Διάλυση της συγκέντρωσης του NaCl με νερό, αν ο αλατούχος σχηματισμός απομονωθεί με σωλήνωση αμέσως μετά τη διάτρηση, χρησιμοποίηση λιγνιτοσουλφονικών για τον έλεγχο του ιξώδους, καυστικής σόδας και ασβεστόλιθου σε αναλογία 1:2 για τον έλεγχο του pH, και μπεντονίτη για τον έλεγχο της απώλειας ρευστού.
- Αν ο αλατούχος σχηματισμός δεν έχει απομονωθεί με σωλήνωση και αφήνεται εκτεθειμένος για μεγάλη χρονική περίοδο, στο σύστημα επέρχεται κορεσμός με χλωριούχο νάτριο. Ο έλεγχος του ιξώδους γίνεται με χρησιμοποίηση λιγνιτοσουλφονικών μαζί με καυστική σόδα και ασβέστη. Ο έλεγχος της απώλειας του ρευστού γίνεται με τη προσθήκη αμύλου ή προενυδατομένου μπεντονίτη. Αν

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

για τον έλεγχο της απώλειας ρευστού χρησιμοποιείται άμυλο, το NaCl θα πρέπει να διατηρείται σε τιμές πάνω από 270.000 ppm για την αποτροπή ζύμωσης του αμύλου.

Απώλεια κυκλοφορίας :

Συμπτώματα :

1. Μερική ή ολική απώλεια του επιστρεφόμενου πολτού από τη γεώτρηση

Αντιμετώπιση :

- Ανέβασμα των σωλήνων του γεωτρήσανου και αναμονή τουλάχιστον 8 ωρών, ώστε το άνοιγμα να σφραγιστεί μόνο του.
- α) Αν υπάρχει αποτυχία στο κλείσιμο του ανοίγματος, τότε αντιμετωπίζεται με βούλωμα, χρησιμοποιώντας ζελέ άλατος και κοκκώδη υλικά με τέτοιο πάχος, ώστε να είναι ικανά να σφραγίσουν το άνοιγμα.
β) Αν η απώλεια του ρευστού οφείλεται σε διάτρηση σχηματισμού με ρήγμα, τότε σε μια τέτοια κατάσταση η περίοδος αναμονής αγνοείται και η διάτρηση συνεχίζεται.
γ) Αν όλοι οι μέθοδοι αντιμετώπισης της απώλειας του ρευστού αποτύχουν, τότε χρησιμοποιείται πολτός με τσιμέντο μέχρι να αποκτηθεί η επιστροφή.

Ροή αλατούχου νερού και εκλύσεις αερίου

Συμπτώματα:

1. Αύξηση του επιπέδου της δεξαμενής του πολτού.
2. Αύξηση των επιστρεφόμενων από τη γεώτρηση.

Αντιμετώπιση:

- Κλείσιμο της αντλίας.
- Κλείσιμο της γεώτρησης με BOP.
- Αύξηση της πυκνότητας του πολτού.
- Αν πρόκειται για έκλυση αερίου, το αέριο απομακρύνεται από το σύστημα με τη χρησιμοποίηση στην επιφάνεια ειδικού εξοπλισμού.
- Αν πρόκειται για ροή αλατούχου νερού, γίνεται προσθήκη στον πολτό υλικών για την αντιμετώπιση της κροκίδωσης, καθώς και καυστικής σόδας.

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

Σχιστόλιθος (Heaving shale)

Συμπτώματα:

1. Στενά σημεία (λαιμοί) στην οπή της γεώτρησης.
2. Γέμισμα του πυθμένα της γεώτρησης.
3. Μεγάλο ποσοστό τριμμάτων με ακανόνιστο σχήμα στα επιστρεφόμενα.

Αντιμετώπιση:

- Αύξηση του υδροστατικού φορτίου με αύξηση της πυκνότητας του πολτού.
- Αλλαγή του συστήματος με νερό με σύστημα πετρελαίου.

Δημιουργία gel υψηλής θερμοκρασίας

Συμπτώματα:

1. Ο πολτός κατά την επιστροφή στην επιφάνεια έχει μεγάλες τιμές στο ιξώδες και στο gel strength, και χαμηλή τιμή στο pH.
2. Η επανεκκίνηση της κυκλοφορίας του πολτού μετά από διακοπή απαιτεί μεγάλες πιέσεις στην αντλία.
3. Αποτυχία των εργαλείων των διαγραφιών να φτάσουν μέχρι τον πυθμένα της γεώτρησης.

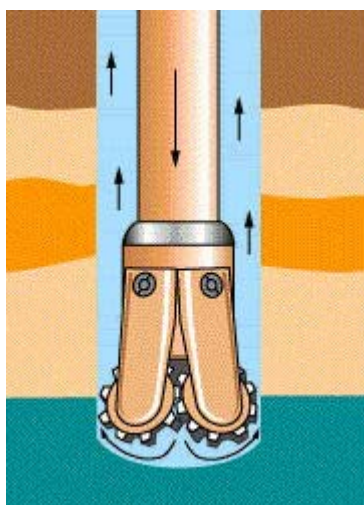
Αντιμετώπιση:

- Έλεγχος των στερεών, ώστε ο πολτός να έχει ικανοποιητική πυκνότητα. Το ποσοστό των στερεών πρέπει να είναι περίπου 2-3% στα σημεία που αναμένονται υψηλές θερμοκρασίες.
- Τα στερεά μπορούν να ελεγχθούν με σύστημα πολτού με βάση το νερό, σε συνδυασμό με διάφορες μηχανικές συσκευές.
- Αλλαγή του συστήματος του πολτού με νερό με σύστημα πετρελαίου.

(11). ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΤΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΤΟΥ ΠΟΛΤΟΥ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ

Η απόδοση του πολτού διάτρησης μετριέται εν μέρη, από την απόδοση του πολτού ως υδραυλικό ρευστό. Οι υδραυλικές απαιτήσεις του πολτού διάτρησης έχουν επίδραση στον καθαρισμό της γεώτρησης και στη μεταφορά των τριμμάτων από την οπή. Ο πολτός διάτρησης θα πρέπει να εκτελεί αυτές τις λειτουργίες σε

ικανοποιητικό βαθμό, ενώ παράλληλα θα πρέπει να εκπληρώνει και τις άλλες απαιτήσεις του πολτού διάτρησης που επιβάλλονται από τις συγκεκριμένες συνθήκες διάτρησης.



Εικόνα 30 : Κυκλοφορία του πολτού διάτρησης

Δύο είναι οι κύριοι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την υδραυλική κάθε συστήματος κυκλοφορίας. Οι διαστάσεις του συστήματος κυκλοφορίας, και οι φυσικές ιδιότητες του ρευστού κυκλοφορίας. Η σχέση των ιδιοτήτων του ρευστού διάτρησης με τα υδραυλικά στοιχεία ενός συγκεκριμένου συστήματος κυκλοφορίας είναι πολύ σημαντική. Η κατανόηση αυτής της σχέσης είναι βασική για τον καθορισμό της καταλληλότητας των φυσικών ιδιοτήτων ενός πολτού διάτρησης για τις υπάρχουσες συνθήκες μιας γεώτρησης.

11.1 Συμπεριφορά του ρευστού και πρότυπα ροής

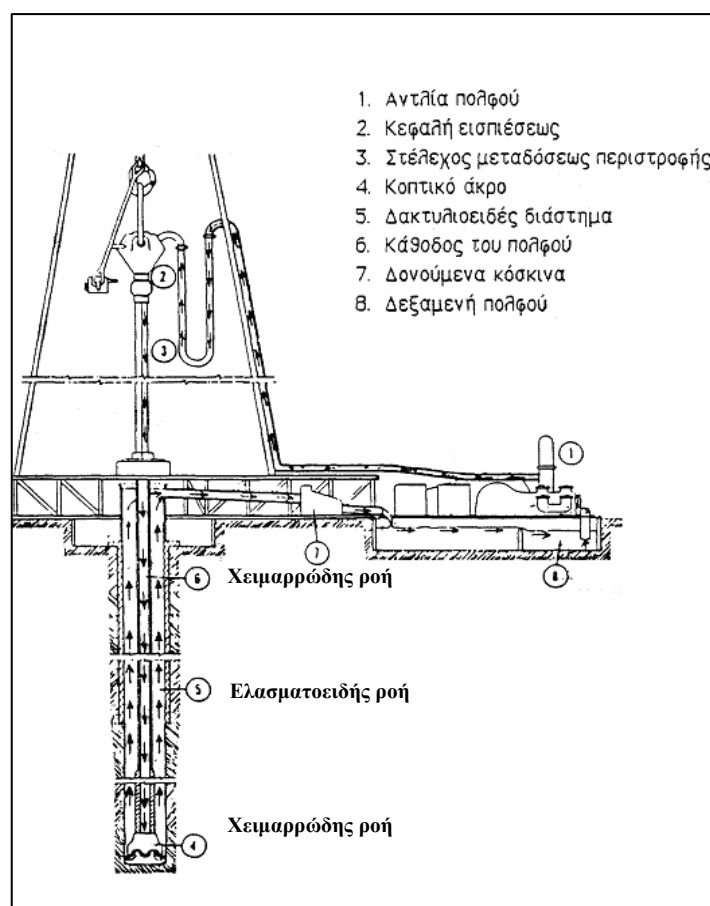
Η υδραυλική της κυκλοφορίας του πολτού διάτρησης περιλαμβάνει τη μελέτη: **(1)** της συμπεριφοράς του ρευστού, **(2)** των προτύπων ροής του ρευστού, και **(3)** τις απώλειες πίεσης του κυκλοφορούντος ρευστού.

Ένα ρευστό ρέει διαμέσου ενός αγωγού, είτε με ελασματοειδή είτε με χειμαρρώδη ροή. Η ελασματοειδής ροή είναι η ομαλή ρευστή ροή, η μη χειμαρρώδης, όπου τα «ρευστά τμήματα» ρέουν ή κινούνται σε σχεδόν ευθείες γραμμές παράλληλες προς τα τοιχώματα της τάφρου. Η ελασματοειδής ροή χαρακτηρίζεται από χαμηλές ενέργειες και τα ιζήματα στις ζώνες ροής κινούνται είτε με κυλίνδριση, είτε με κύλιση. Ο όρος ελασματοειδής ροή εφαρμόζεται είτε σε υγρά, είτε σε αέρια μέσα μεταφοράς.

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

Η χειμαρρώδης ροή είναι η ροή που δεν είναι ελασματοειδής, ώστε να παραμένει παράλληλη, αλλά γίνεται ανακατωμένη και συγκεχυμένη σε πολλαπλές διευθύνσεις. Πρόκειται για ροή όπου οι γραμμές του ρεύματος δεν είναι παράλληλες προς τον άξονα της ροής.

Η ταξινόμηση των προτύπων ροής είναι ένα απαραίτητο βήμα για την ανάλυση των υδραυλικών ενός συστήματος κυκλοφορίας ρευστού διάτρησης. Η ενέργεια που απαιτείται για την κυκλοφορία του ρευστού εξαρτάται σε ένα βαθμό από το πρότυπο της ροής. Μία αύξηση στο ρυθμό κυκλοφορίας ενός ρευστού με χειμαρρώδη ροή θα απαιτήσει περισσότερη ενέργεια από μία παρόμοια αύξηση στο ρυθμό κυκλοφορίας του ίδιου ρευστού με ελασματοειδή ροή.



Εικόνα 31 : Ελασματοειδής και χειμαρρώδης ροή του πολτού διάτρησης

Στο σχήμα παρουσιάζεται ένα σύστημα κυκλοφορίας με τα γενικά πρότυπα ροής. Όπως φαίνεται, το πρότυπο ροής του κυκλοφορούντος πολτού διάτρησης είναι

Βελτιστοποίηση του πολλού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης συνήθως χειμαρρώδης, εκτός από το δακτυλιοειδές διάστημα μεταξύ των στελεχών και των τοιχωμάτων της γεώτρησης όπου συνήθως είναι ελασματοειδής.

Ένα τμήμα της κυκλοφορίας του πολλού διάτρησης γίνεται στο εσωτερικό ενός κυλινδρικού σωλήνα που είναι ομοιόμορφο σε διάμετρο (π.χ. σε ένα στέλεχος). Το υπόλοιπο τμήμα της κυκλοφορίας διεξάγεται στο δακτυλιοειδές διάστημα, ανάμεσα στα στελέχη και στα τοιχώματα της γεώτρησης.

Το πρότυπο ροής του πολλού διάτρησης στο εσωτερικό του ομοιόμορφου κυλινδρικού σωλήνα μπορεί να καθοριστεί με τη σύγκριση της μέσης ταχύτητας του ρευστού με τη κριτική ταχύτητα του ρευστού. Η κριτική ταχύτητα ενός ρευστού είναι η ταχύτητα όπου γίνεται η μετάβαση από το ένα πρότυπο ροής στο άλλο. Αν η μέση ταχύτητα του ρευστού υπερβαίνει την κριτική ταχύτητα, τότε η ροή του ρευστού είναι χειμαρρώδης, ενώ αν η μέση ταχύτητα του ρευστού είναι μικρότερη ή ίση με την κριτική ταχύτητα, η ροή του ρευστού είναι ελασματοειδής.

Η κριτική ταχύτητα ενός πολλού διάτρησης που ρέει μέσα σε στέλεχος ή σε δακτύλιους γεώτρησης δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$V_c = \frac{1.08\overline{PV} + 1.08\sqrt{\overline{PV}^2 + 12.34d^2\overline{YPW}}}{Wd}$$

όπου,

V_c = κριτική ταχύτητα, σε ft/sec

$\overline{PV}$ = πλαστικό ιξώδες, σε cp

d = εσωτερική διάμετρος των στελεχών, σε in

$\overline{YP}$ = Αντοχή συνεκτικότητας (yield point), σε lb/100ft²

W = πυκνότητα του ρευστού, σε ppg

Παρόλο που οι πολλοί διάτρησης έχουν συνήθως χειμαρρώδης ροή στο εσωτερικό των στελεχών και των δακτύλιων γεωτρήσεως, στο δακτυλιοειδές διάστημα η ροή του πολλού μπορεί να είναι είτε χειμαρρώδης είτε ελασματοειδής. Ο πολλός στο δακτυλιοειδές διάστημα γύρω από τους δακτύλιους της γεώτρησης έχει συνήθως χειμαρρώδη ροή, ενώ ο πολλός στο δακτυλιοειδές διάστημα γύρω από τα στελέχη έχει συνήθως ελασματοειδή ροή.

Το πρότυπο ροής του πολλού διάτρησης στο δακτυλιοειδές διάστημα μπορεί να καθορισθεί από τη σύγκριση της κριτικής ταχύτητας του ρευστού με τη μέση ταχύτητα του ρευστού.

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

Η κριτική ταχύτητα ενός πολτού διάτρησης που ρέει μέσα στο δακτυλιοειδές διάστημα της γεωτρήσεως δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$V_c = \frac{1.08 \overline{PV} + 1.08 \sqrt{\overline{PV}^2 + 9.26(d_h - d_p)^2 \overline{YPW}}}{W(d_h - d_p)}$$

όπου,

V_c = κριτική ταχύτητα, σε ft/sec

$\overline{PV}$ = πλαστικό ιξώδες, σε cp

d_h = διάμετρος της γεώτρησης, σε in

d_p = εξωτερική διάμετρος των στελεχών, σε in

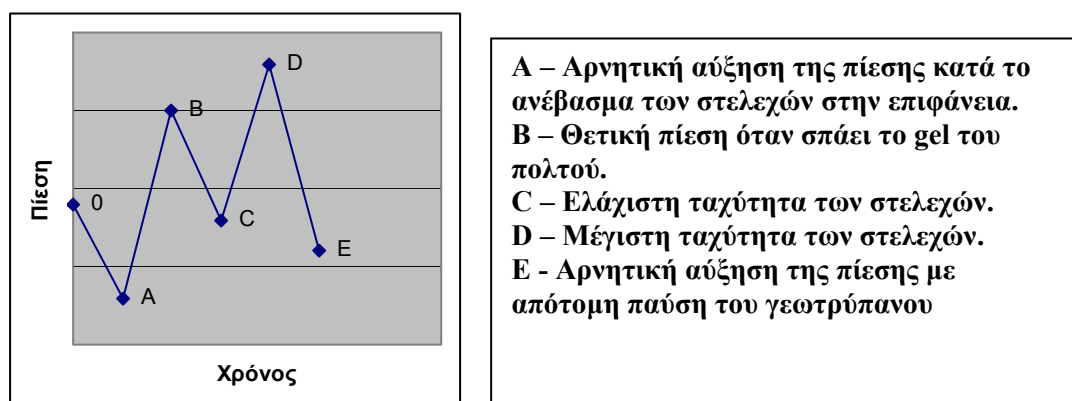
$\overline{YP}$ = Αντοχή συνεκτικότητας (yield point), σε lb/100ft²

W = πυκνότητα του πολτού, σε ppg

11.2 Απότομη αύξηση της πίεσης

Όταν το στέλεχος ή η σωλήνωση τοποθετείται μέσα στην οπή της γεώτρησης σχετικά απότομα, μπορεί να δημιουργηθεί μια απότομη και συνήθως μικρής διάρκειας αύξηση πίεσης. Μερικά σημαντικά προβλήματα που μπορεί να δημιουργηθούν από τις αυξήσεις της πίεσης είναι τα ακόλουθα:

- 1) Απώλεια της κυκλοφορίας εξαιτίας των αυξήσεων των πιέσεων στο δακτυλιοειδές διάστημα.
- 2) Απελευθέρωση ρευστών του σχηματισμού λόγω αρνητικής αύξησης της πίεσης.
- 3) Ασταθείς συνθήκες στην οπή της γεώτρησης, όπως φράξιμο.
- 4) Απότομες εκκλύσεις ρευστών ή αερίων λόγω υψηλής αρνητικής αύξησης της πίεσης.



Εικόνα 32 : Διάφορες περιπτώσεις αύξησης της πίεσης

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

Αυτές οι απότομες και σημαντικές αυξήσεις μπορούν να αντιμετωπιστούν με τους εξής τρόπους :

- Με τη μείωση της ταχύτητας του ρευστού μειώνοντας την ταχύτητα κίνησης του στελέχους.
- Με τη μείωση του ιξώδους του πολτού διάτρησης και ιδιαίτερα του yield point.
- Με τη μείωση της ικανότητας δημιουργίας gel από τον πολτό.

11.3 Μεταφορική ικανότητα των ρευστών διάτρησης

Μια από τις πιο σημαντικές λειτουργίες του ρευστού διάτρησης είναι η μεταφορά των τριμμάτων από την οπή της γεώτρησης στην επιφάνεια. Η μη επιτυχής εκτέλεση αυτής της λειτουργίας μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση του ρυθμού διάτρησης και το φράξιμο της γεώτρησης.

Η ικανότητα ενός πολτού να απομακρύνει τα τρίμματα από τη γεώτρηση εξαρτάται από την πυκνότητα των τριμμάτων, από το ιξώδες του πολτού, και από την ταχύτητα του πολτού.

Τα τρίμματα τείνουν να καθιζάνουν μέσα στον πολτό διάτρησης εξαιτίας της βαρύτητας. Την ίδια στιγμή, τα τρίμματα υποστηρίζονται από μία δύναμη επίπλευσης που εξέρχεται από το ρευστό. Αυτές οι δύο δυνάμεις δρουν πάνω στα τρίμματα, ενώ το ρευστό κινείται προς την επιφάνεια.

Για να μπορέσουν τα τρίμματα να απομακρυνθούν, θα πρέπει η σχετική προς τα κάτω κίνηση των τριμμάτων μέσα στο ρευστό διάτρησης να είναι μικρότερη από την προς τα επάνω κίνηση του ρευστού. Η προς τα κάτω κίνηση των τριμμάτων ονομάζεται *slip velocity*. Η σχετική ταχύτητα των τριμμάτων μπορεί να εκφρασθεί ως:

$$V_r = V - V_s$$

όπου,

V_r = Σχετική ταχύτητα των τριμμάτων

V = Μέση ταχύτητα του πολτού στο δακτυλιοειδές διάστημα.

V_s = Προς τα κάτω κίνηση των τριμμάτων "*slip velocity*".

Καθώς το τρίμμα κινείται από το κέντρο του δακτυλιοειδούς διαστήματος προς τα τοιχώματα, τότε η σχετική ταχύτητα του μειώνεται, γιατί σε εκείνο το σημείο η ταχύτητα του ρευστού είναι μικρή. Οι ταχύτητες του ρευστού δίπλα στα τοιχώματα

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

του δακτυλιοειδούς διαστήματος μπορεί να είναι σημαντικά χαμηλές. Η προς τα επάνω κίνηση του τρίμματος σε αυτή την περιοχή θα είναι χαμηλή και αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την πτώση του τρίμματος επειδή η προς τα κάτω κίνηση των τριμμάτων "*slip velocity*" υπερέχει της ταχύτητας του ρευστού.

Η βελτίωση της μεταφορικής ικανότητας του πολτού διάτρησης μπορεί να επιτευχθεί με τη μεταβολή των ιδιοτήτων της ροής του ρευστού. Η αλλαγή της αναλογίας του πλαστικού ιξώδους σε σχέση με την αντοχή συνεκτικότητας, επιδρά στο προφίλ της ταχύτητας του πολτού διάτρησης. Η μείωση της αναλογίας έχει ως αποτέλεσμα ένα πιο "επίπεδο" προφίλ της ταχύτητας. Αυτό σημαίνει ότι η ταχύτητα του ρευστού κοντά τόσο στα τοιχώματα όσο και στο κέντρο του δακτυλιοειδούς διαστήματος, είναι πλησιέστερα στη μέση ταχύτητα του ρευστού.

Η βελτίωση της μεταφορικής ικανότητας του πολτού διάτρησης επιτυγχάνεται γενικά με την αύξηση της αντοχής συνεκτικότητας (yield point). Η αύξηση στο yield point του πολτού διάτρησης έχει ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της μεταφορικής ικανότητας για δύο λόγους:

- 1) Μειώνεται η προς τα κάτω κίνηση των τριμμάτων "*slip velocity*".
- 2) Μεταβάλλεται το προφίλ της ταχύτητας του ρευστού, έτσι ώστε η ταχύτητα του ρευστού κοντά στα τοιχώματα του δακτυλιοειδούς διαστήματος να αυξάνεται.

"Επίπεδα" προφίλ ταχύτητας, δηλαδή ροή του πολτού με την ίδια ταχύτητα σε όλα τα σημεία του, τόσο στα τοιχώματα όσο και στο κέντρο του δακτυλιοειδούς διαστήματος, επιτυγχάνονται με τη μείωση του πλαστικού ιξώδους του πολτού διάτρησης, ωστόσο όμως μια τέτοια μείωση θα οδηγήσει παράλληλα και στην αύξηση της ταχύτητας "*slip velocity*" των τριμμάτων.

Η απόκτηση της βέλτιστης αναλογίας πλαστικού ιξώδους/ yield point για ικανοποιητική μεταφορική ικανότητα είναι αρκετά δύσκολη. Η μεταφορική ικανότητα του πολτού εξαρτάται από:

- την πυκνότητα του ρευστού.
- την πυκνότητα των τριμμάτων.
- το ιξώδες του ρευστού.
- το μέγεθος των τριμμάτων.
- από το προφίλ της ταχύτητας του κυκλοφορούντος ρευστού.

(12). ΔΙΑΓΡΑΦΙΕΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΠΟΛΤΟΥ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ

Αντικείμενο αυτού του κεφαλαίου είναι να δείξει τις επιδράσεις του πολτού διάτρησης στους διάφορους τύπους διαγραφίων, αλλά και να παρουσιάσει μεθόδους μεταβολής της αντίστασης του πολτού για καλύτερα αποτελέσματα στις διαγραφίες.

Περιέχονται θεμελιώδης στοιχεία για τους διάφορους τύπους διαγραφίων που χρησιμοποιούνται αλλά και προσδιορισμοί σε ορισμούς που σχετίζονται με τον πολτό σε σχέση με τις διαγραφίες. Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένοι βασικοί ορισμοί :

- ✓ Πορώδες : ο λόγος του όγκου όλων των κενών ενός πετρώματος δια του ολικού όγκου του πετρώματος.
- ✓ Κορεσμός σε νερό : το πηλίκο του τμήματος των κενών ενός σχηματισμού που έχουν πληρωθεί από νερό δια του συνόλου των κενών.
- ✓ Αμείωτος κορεσμός σε νερό : τριχοειδές νερό το οποίο δεν μπορεί να αντικατασταθεί με νερό.
- ✓ Υπολειμματικός κορεσμός σε πετρέλαιο : πετρέλαιο το οποίο έχει παγιδευτεί σε άμμους.
- ✓ Διαπερατότητα : η ιδιότητα των πετρωμάτων και σχηματισμών να επιτρέπουν την κίνηση των υγρών δια μέσου αυτών.
- ✓ Συντελεστής ειδικής αντίστασης του σχηματισμού: το πηλίκο της αντίστασης ενός σχηματισμού που είναι εντελώς κορεσμένος με νερό δια την αντίσταση αυτού του νερού.

11.1 Αντίσταση σχηματισμού

Η αντίσταση του σχηματισμού εξαρτάται σε ένα πολύ μεγάλο βαθμό από την αντίσταση των νερών που υπάρχουν μέσα στον σχηματισμό, από την ποσότητα αυτών των νερών, αλλά και από τις διάφορες διακλαδώσεις και τους αγωγούς μέσα στους οποίους κυκλοφορεί το νερό.

Η αντίσταση (ειδική αντίσταση) είναι η ηλεκτρική αντίσταση γεωλογικού σχηματισμού μοναδιαίου μήκους και διατομής και μετριέται σε Ohm*m. Η ειδική αντίσταση είναι αντίστροφη έννοια της αγωγιμότητας. Οι υδρογονάνθρακες, τα σκληρά πετρώματα και τα γλυκά νερά εμφανίζουν πολύ μικρή αγωγιμότητα και μεγάλη ειδική αντίσταση. Αντίθετα, τα θαλασσινά νερά εμφανίζουν μεγάλη αγωγιμότητα και επομένως μικρή ειδική αντίσταση.

Η ειδική αντίσταση εκφράζεται από την παρακάτω σχέση :

$$R = \frac{rA}{L}$$

όπου :

R : Ειδική αντίσταση (Ohm*m)

r : Ηλεκτρική αντίσταση (Ohm)

A : Διατομή του σχηματισμού (m²)

L : Μήκος του σχηματισμού (m)

Τα επιφανειακά υπόγεια νερά συνήθως έχουν υψηλές αντιστάσεις, περίπου 20-30 ομόμετρα στους 24°C. Τα βαθύτερα νερά γίνονται πιο αλμυρά, μειώνοντας τις αντιστάσεις τους μέχρι και στα 0,04 ομόμετρα στους 24°C. Στις περισσότερες περιπτώσεις το διαλυμένο χημικό είναι το χλωριούχο νάτριο.

Αν είναι παρόντα άλλα χημικά στοιχεία διαλυμένα σε μεγάλες ποσότητες, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο παρακάτω πίνακας (από τους Dunlep και Hawthorne) για τη μετατροπή τους σε ισοδύναμα βάρη με το χλωριούχο νάτριο.

ION	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ
ΑΣΒΕΣΤΙΟ, Ca	0,95
ΜΑΓΝΗΣΙΟ, Mg	2,00
ΘΕΠΚΟ ΑΛΑΣ, SO ₄	0,50
ΔΙΣΑΝΘΡΑΚΙΚΟ, HCO ₃	0,27
ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ, CO ₃	1,26

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

ΜΕΘΟΔΟΣ: ppm ιόντος Χ σταθερά μετατροπής = ppm NaCl

Αυτά τα διαλυμένα χημικά επηρεάζουν την αντίσταση του πολτού διάτρησης. Αυτή η τιμή προστίθεται στη συγκέντρωση του άλατος, σε ppm, ώστε να προκύψει η ολική συγκέντρωση του άλατος.

Για να αυξηθεί η αντίσταση ενός πολτού είναι απαραίτητη η προσθήκη υλικών που δεν είναι αγωγίμα ή είναι λιγότερο αγωγίμα από τον πολτό. Αυτά είναι: ο βαρύτης, ο μπεντονίτης, το starch, CMC, το πετρέλαιο, το γλυκό νερό.

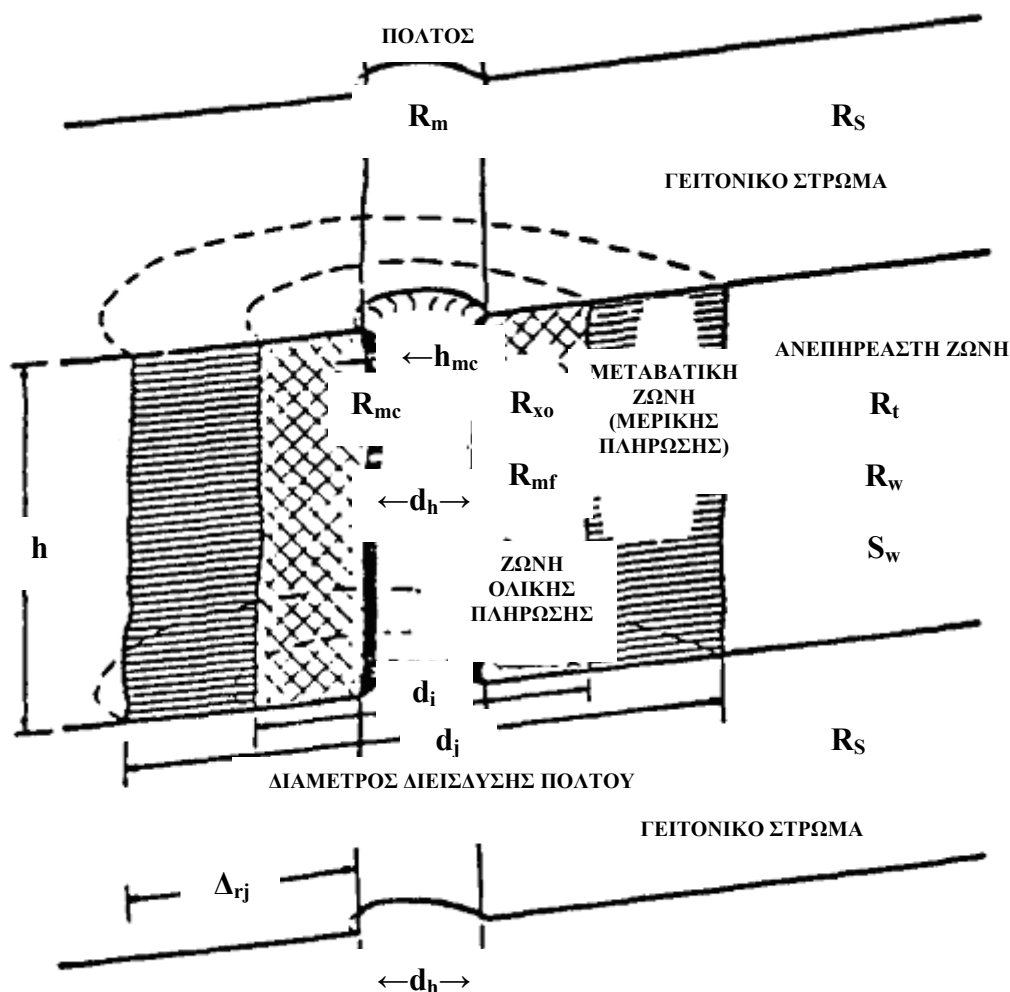
11.2 Κατανομή των ρευστών και των αντιστάσεων σε διαπερατό στρώμα που δέχεται τη διήθηση του πολτού

Ο πολτός διάτρησης και η κρούστα που δημιουργείται έχουν ομογενή αντίσταση (R_m).

Για συνήθεις πολτούς με νερό, η αντίσταση της κρούστας (R_{mc}) είναι σε γενικές γραμμές ισοδύναμη μία με δύο φορές με την αντίσταση του πολτού. Η διαφοροποίηση αυτή μπορεί να είναι μεγαλύτερη σε περίπτωση γαλακτώματος πετρελαίου και υψηλής αλατότητας ή υψηλής πυκνότητας του πολτού.

Αν το στρώμα είναι υδροφόρο, οι πόροι στη ζώνη ολικής πλήρωσης είναι εντελώς γεμάτοι με το διήθημα του πολτού. Η αντίσταση (R_{xo}) στη ζώνη ολικής πλήρωσης είναι ίση με το αποτέλεσμα, F φορές το R_{mf} , όπου F είναι ο συντελεστής ειδικής αντίστασης του σχηματισμού, και R_{mf} η αντίσταση του πολτού που διείσδυσε στο γεωλογικό σχηματισμό.

Τα στρώματα που περιέχουν πετρέλαιο διατηρούν ένα συγκεκριμένο ποσό υπολειμματικού πετρελαίου, έτσι ώστε οι πόροι στη ζώνη ολικής πλήρωσης θα περιέχουν διήθημα πολτού και υπολειμματικό πετρέλαιο. Η αντίσταση της ζώνης ολικής πλήρωσης, R_{xo} , θα σχετίζεται με το συντελεστή ειδικής αντίστασης του σχηματισμού, το R_{mf} , και τον κορεσμό της διήθησης.

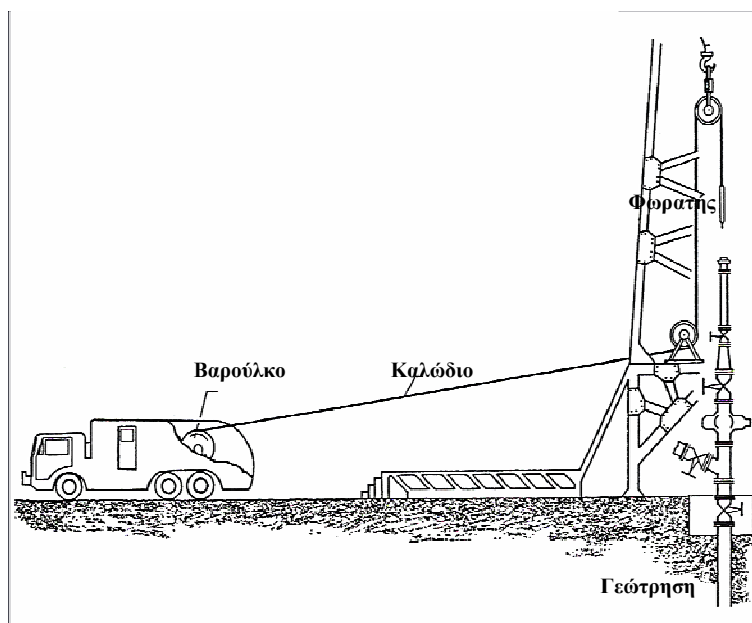


Εικόνα 33 : Τομή γεώτρησης και της ζώνης διείσδυσης του πολτού

Το βάθος της διήθησης διαφέρει και εξαρτάται από διάφορους παράγοντες :

- Την απώλεια διήθησης του πολτού
- Τη διαφοροποίηση της πίεσης
- Τον χρόνο μεταξύ της διάτρησης του σχηματισμού και την εκτέλεση της διαγραφίας
- Το πορώδες
- Την αναλογία των ρευστών που βρίσκονται στους πόρους
- Την αντίδραση των ενδιαμέσων αργίλων με το διήθημα του πολτού

Η διείσδυση μπορεί να είναι εξαιρετικά επιφανειακή και συχνά ασήμαντη, σε περίπτωση χαμηλής διήθησης, σε περίπτωση πολτού με βάση πετρέλαιο και σε σχηματισμούς που περιέχουν αέριο.



Εικόνα 34 : Κινητή μονάδα διεξαγωγής διαγραφιών

11.3 Πληροφορίες που παίρνουμε από τις διαγραφίες

Οι κυριότερες πληροφορίες που προκύπτουν από τις διαγραφίες που γίνονται μέσα σε γεώτρηση είναι οι εξής :

1. Αναγνώριση του τύπου στρωμάτων μεταξύ αργίλων, σκληρών πετρωμάτων, και υδροφόρων στρωμάτων.
2. Αναγνώριση των ορίων των στρωμάτων.
3. Συσχέτιση των στρωμάτων.
4. Αναγνώριση πετρελαίου, αερίου, και υδροφόρων στρωμάτων.

11.4 Τύποι διαγραφιών

11.4.1 Διαγραφίες αυτόματης πόλωσης (Spontaneous Potential)

Η διαγραφή αυτόματης πόλωσης καταγράφει τις διαφορές στο ηλεκτρικό δυναμικό που οφείλονται σε φυσικά αίτια. Αυτές οι διαφορές μετρώνται ανάμεσα σε ένα σταθερό ηλεκτρόδιο αναφοράς τοποθετημένο στην επιφάνεια, και σε ένα κινούμενο ηλεκτρόδιο στην οπή της γεώτρησης.

Βελτιστοποίηση του πολλού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

Το υγρό που χρησιμοποιείται στη διάτρηση (νερό, πολτός, κ.τ.λ) σχεδόν πάντα διαφέρει χημικά από το νερό που περιέχεται στους σχηματισμούς. Η επαφή μεταξύ αυτών των ανόμοιων ρευστών είναι αυτή που οδηγεί στη δημιουργία φυσικών δυναμικών.

Δυναμικό μεμβράνης

Ένας σχηματισμός καθαρής άμμου περιλαμβάνει έναν ηλεκτρολύτη ειδικής αντίστασης R_w ανάμεσα σε δύο στρώματα αργίλου. Όταν αυτά τα στρώματα διατρηθούν, ο αρχικός ηλεκτρολύτης έρχεται σε επαφή με το διήθημα, ειδικής αντίστασης R_{mf} . Γενικά το νερό είναι πιο αλατούχο από τη λάσπη διάτρησης, συνεπώς $R_{mf} > R_w$.

Η άργιλος, που διαχωρίζει δυο διαλύματα διαφορετικής αλατότητας, λειτουργεί ως μια κατιονική μεμβράνη: επιτρέπει τη διέλευση των κατιόντων (ιόντα νατρίου), όχι όμως και των ανιόντων (ιόντα χλωρίου). Επομένως τα ιόντα νατρίου μεταναστεύουν μεταξύ των δύο διαλυμάτων στο διάλυμα με τη μεγαλύτερη αλατότητα. Αυτό δημιουργεί μια θεωρητική "μπαταρία", όπου ο θετικός πόλος αντιστοιχεί στο σχηματισμό με την μικρότερη αλατότητα. Όπως και η μπαταρία έτσι και εδώ παράγεται μια ηλεκτρεγερτική δύναμη E_m .

Όταν περιλαμβάνονται διαλύματα NaCl, το δυναμικό συνδέεται με την ειδική αντίσταση με τη σχέση:

$$E_m = -K_1 \log(R_{mf} / R_w)$$

Όπου $K_1 = 59$ για διαλύματα NaCl στους 25°C.

Δυναμικό υγρής επαφής

Μία άλλη περίπτωση φυσικής ηλεκτρεγερτικής δύναμης εμφανίζεται στις γεωτρήσεις. Συνδέεται με το δυναμικό υγρής επαφής που δημιουργείται στην επαφή του διηθήματος και του νερού της γεώτρησης, με άλλα λόγια στα όρια της "πλημμυρισμένης" ζώνης.

Αυτό που συμβαίνει, είναι ότι, όταν έρχονται σε επαφή δύο διαλύματα διαφορετικής αλατότητας, παράγεται μια ηλεκτρεγερτική δύναμη υγρής επαφής, εάν η κινητικότητα των ανιόντων και των κατιόντων δεν είναι ή ίδια. Για παράδειγμα σε ένα διάλυμα χλωριούχου νατρίου, η κινητικότητα των Cl^- ($7,9 \times 10^{-8}$ m/sec) είναι μεγαλύτερη από αυτή των ιόντων Na^+ ($5,2 \times 10^{-8}$ m/sec). Αυτό οδηγεί σε μια ροή

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης αρνητικών φορτίων προς το λιγότερο εμπλουτισμένο διάλυμα (γενικά προς τη λάσπη) και στη δημιουργία ηλεκτρεγερτικής δύναμης που προστίθεται σε αυτήν που συνδέεται με τις αργιλικές μεμβράνες.

$$E_j = -K_2 \log(R_{mf} / R_w)$$

Όπου $K_2 = 11,6$ για διαλύματα NaCl στους 25°C.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τις διαγραφίες αυτόματης πόλωσης είναι:

- το πάχος του στρώματος.
- οι αντιστάσεις του στρώματος των γύρω σχηματισμών και του πολτού.
- η διάμετρος της γεώτρησης.
- το βάθος της εισβολής.
- η αντίσταση του πολτού.

11.4.2. Ηλεκτρικές διαγραφίες

Οι ηλεκτρικές διαγραφίες είναι καταγραφές της παραμέτρου της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης.

Εκτός από μετρήσεις επαγωγής, όλες οι ηλεκτρικές διαγραφίες βασίζονται σε μετρήσεις ρεύματος από ηλεκτρόδια μέσα στη γεώτρηση. Οι μετρήσεις των ηλεκτρικών διαγραφιών επηρεάζονται από το στρώμα και από τον πολτό.

Ανάλογα με την κατάσταση της γεώτρησης (διάμετρος, ρευστό διάτρησης, λιθολογία των διατρηνομένων σχηματισμών) μπορούν να χρησιμοποιηθούν επαγωγικά ή πλευρικά ηλεκτρικά όργανα.

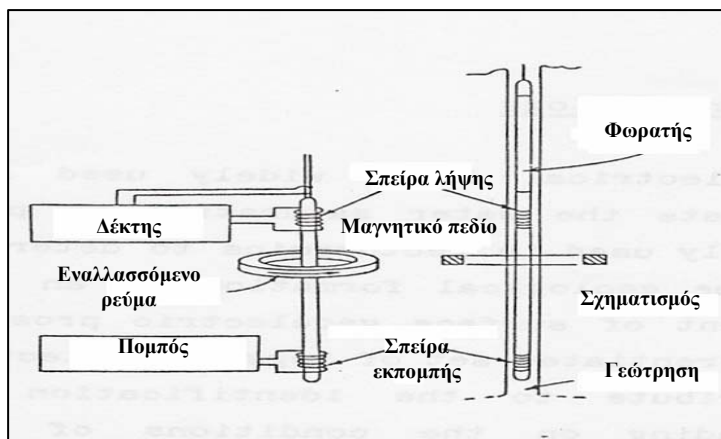
Επαγωγικό ηλεκτρικό σύστημα

Επιτρέπει την καταγραφή των τιμών της ηλεκτρικής αντίστασης των σχηματισμών ακόμα και όταν δεν υπάρχει κανένα αγωγίμο ρευστό μέσα στη γεώτρηση, ή όταν η γεώτρηση είναι εντελώς άδεια.

Ο βέλτιστος τομέας εφαρμογής είναι αυτός με σχηματισμούς χαμηλής και μέσης ειδικής αντίστασης, δηλαδή όταν $R_t < 100 \text{ ohms}$.

Η επίδραση του πολτού διάτρησης είναι ασήμαντη και μπορεί να χρησιμοποιηθεί και με πολτό πετρελαίου.

Καλύτερα αποτελέσματα λαμβάνονται με τη χρησιμοποίηση πολτού με γλυκό νερό και στην περίπτωση που διατρήνεται συνεκτικός σχηματισμός.



Εικόνα 15 : Σχηματική απεικόνιση του επαγωγικού ηλεκτρικού συστήματος

Πλευρική διαγραφία

Είναι μέτρηση της ειδικής αντίστασης, που εφαρμόζεται με ένα κατάλληλο σύστημα σε σχηματισμούς μέσης ή υψηλής αντίστασης.

Ο αριθμός των ηλεκτροδίων και η ρύθμιση τους προσδιορίζουν το πάχος και το βάθος της διεύθυνσης της ακτίνας του ρεύματος.

Η πλευρική διαγραφία είναι κατάλληλη για σχηματισμούς μικρού πάχους ενώ δίνει καλά αποτελέσματα σε σκληρούς σχηματισμούς οι οποίοι διατρήνονται με αλατούχο πολτό.

11.4.3 Διαγραφίες ραδιενέργειας

Οι διαγραφίες αυτές είναι κατάλληλες για τη μέτρηση της φυσικής ραδιενέργειας των σχηματισμών. Επίσης, η χρησιμοποίηση των ραδιενεργών πηγών είναι κατάλληλη για τη μέτρηση των φυσικών παραμέτρων του σχηματισμού, όπως η πυκνότητα και το πορώδες.

Όλοι οι σχηματισμοί επιδεικνύουν μια φυσική ραδιενέργεια, η οποία οφείλεται κυρίως στη παρουσία καλίου 40, θορίου και ουρανίου.

Οι μετρήσεις της φυσικής ραδιενέργειας παρέχουν πληροφορίες για τη λιθολογία και βασίζονται στην αρχή ότι τα ραδιενεργά ισότοπα ή στοιχεία είναι πολύ περισσότερα στις αργίλους.

Διαγραφία ακτίνων γάμμα

Μετράει τη φυσική ραδιενέργεια των σχηματισμών. Μπορεί να πραγματοποιηθεί και σε σωληνωμένες γεωτρήσεις και σε γεωτρήσεις που περιέχουν οποιοδήποτε τύπο

Βελτιστοποίηση του πολλού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης ρευστού ή σε γεωτρήσεις που περιέχουν αέρα. Χρησιμοποιείται κυρίως για λιθολογικούς προσδιορισμούς και ειδικά για την αναγνώριση των αργιλικών σχηματισμών, οι οποίοι παρουσιάζουν υψηλές τιμές φυσικής ραδιενέργειας.

Διαγραφίες νετρονίων

Οι διαγραφίες αυτές χρησιμοποιούν τεχνητή ραδιενέργεια. Όλες αυτές βασίζονται στην ιδιότητα της αλληλεπίδρασης ανάμεσα σε μια τυχαία ακτινοβολία και στα άτομα ενός σχηματισμού που έχουν υποβληθεί σε ραδιενεργό βομβαρδισμό.

Μια πηγή νετρονίων εκπέμπει γρήγορα νετρόνια, τα οποία χάνουν την ενέργεια τους κατά τη σύγκρουση με τα άτομα των συστατικών στοιχείων του σχηματισμού, έως ότου συλληφθούν από τα άτομα υδρογόνου, δεδομένου ότι έχουν μάζα σχεδόν ίση με αυτή των νετρονίων. Αυτή η διαδικασία σύλληψης συνοδεύεται από την εκπομπή ακτίνων γάμμα, που μετριέται με έναν ανιχνευτή.

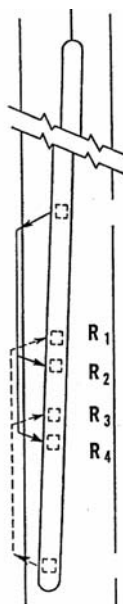
Μπορεί να χρησιμοποιηθούν στις σωληνωμένες γεωτρήσεις, που είναι γεμάτες με ρευστά.

11.4.5. Ηχητικές διαγραφίες

Η ηχητική διαγραφή είναι μια συνεχής μέτρηση του χρόνου που λαμβάνεται από τους ήχους που ταξιδεύουν μέσω του σχηματισμού. Από την ηχητική διαγραφή μπορεί να καθοριστεί η ταχύτητα διάδοσης των διαμηκών κυμάτων για κάθε σχηματισμό που σχετίζεται με τη διάτρηση.

Η καταγραφή της ταχύτητας διάδοσης αυτών των κυμάτων και η διασπορά τους δίνει πληροφορίες για τις μηχανικές ιδιότητες των πετρωμάτων.

ΥΛΙΚΟ	TAXYTHTA TOY HXOY (m/sec)
Αέρας	332
Πετρέλαιο	1311
Άργιλοι	1829-4877
Ψαμμίτης	5486
Δολομίτης	7468



Εικόνα 36 : Σχηματική απεικόνιση φορατή ηχητικής διαγραφίας

(13). ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΣΤΙΣ ΟΠΟΙΕΣ ΕΓΙΝΕ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ

13.1.1 Σκοπός της Γεώτρησης στο Νέο Ρύσιο Θεσ/νίκης

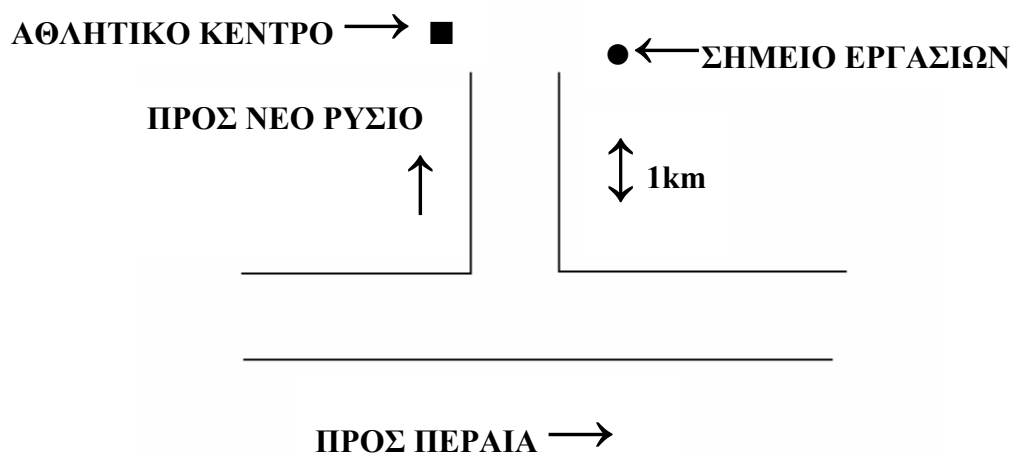
Ο κύριος στόχος του προτεινόμενου έργου είναι η έρευνα της δυνατότητας απόληψης γεωθερμικών ρευστών σε ποσότητες ίσες έως και $70 \text{ m}^3/\text{h}$ και θερμοκρασίας $30\text{-}40^\circ\text{C}$ με την εκτέλεση μιας βαθιάς γεώτρησης παραγωγής. Τα γεωθερμικά ρευστά θα χρησιμοποιηθούν άμεσα ή έμμεσα σε χρήσεις που περιγράφονται παρακάτω :

- Στην κατασκευή και λειτουργία ενός μικρού μεγέθους κέντρου ευεξίας και αναψυχής (SPA), που θα περιλαμβάνει πισίνες, ατομικούς και οικογενειακούς λουτήρες, σάουνες και σημεία ειδικών θεραπειών. Η λειτουργία του κέντρου αυτού θα βασιστεί στην αρχή ότι όλα τα γεωθερμικά ρευστά έχουν ιαματικές ιδιότητες και προσφέρονται για τις ανάγκες του έργου.
- Το δεύτερο μέρος του προτεινόμενου επενδυτικού σχεδίου αφορά στα έργα και εγκαταστάσεις μετασχηματισμού της γεωθερμικής ενέργειας σε θερμική και ψυκτική ενέργεια μέσω εναλλαγής των ρευστών και χρήση συστημάτων αντλιών θερμότητας. Η τελική θερμική ισχύς που μπορεί να αποληφθεί και να προσφερθεί στους χρήστες ανέρχεται σε $4,7 \text{ MWt}$, που αντιστοιχεί σε κάλυψη αναγκών σε θέρμανση και ψύξη συνολικής καλυμμένης επιφάνειας 40.000 m^2 .

Οι τελικές χρήσεις θα προσδιοριστούν και θα προδιαγραφούν επακριβώς μόνον και εάν τα γεωτρητικά έργα της παρούσας μελέτης αποδώσουν τα αναμενόμενα αποτελέσματα σε ότι αφορά τις παροχές και θερμοκρασίες των γεωθερμικών ρευστών. Τα προτεινόμενα γεωτρητικά έργα έχουν από τη φύση τους μια ισχυρή παράμετρο έρευνας.

Η γεώτρηση έγινε στα πλαίσια του προγράμματος GROUNDHIT με σκοπό τη διεξαγωγή δοκιμής και κατασκευής ενός συστήματος θερμικής αντλίας υψηλού συντελεστή απόδοσης. Η γεώτρηση βρίσκεται στο δρόμο προς το Νέο Ρύσιο, νοτιοανατολικά της πόλεως της Θεσσαλονίκης. Συντονιστής του προγράμματος στην Ελλάδα είναι το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ενώ ως εργολάβοι του

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης έργου είναι το Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογίας, η MENTOR Investment Consultants S.A. και το Chemical Process Engineering Research Institute. Αντικειμενικός σκοπός ήταν η κατασκευή γεωθερμικής γεώτρησης η οποία να παρέχει θερμό νερό μέχρι 40°C καθώς και η μελλοντική κατασκευή θερμικής αντλίας με συντελεστή απόδοσης $COP \geq 7$. Όλες οι παραπάνω εργασίες τέλος θα οδηγήσουν στην κατασκευή ενός συστήματος ψύξης και θέρμανσης το οποίο θα εφαρμοστεί στο παρακείμενο κλειστό αθλητικό κέντρο Ν. Ρυσίου. Σύμφωνα με τους υπεύθυνους, η παροχή που χρειάζεται για την λειτουργία του συστήματος είναι 5-7 m³/h. Η γεώτρηση κατασκευάστηκε από την τεχνική γεωλογική εταιρεία «ΓΕΩΕΡΕΥΝΑ Ο.Ε.», που εδρεύει στη Θεσσαλονίκη.



Εικόνα 37 : Σχεδιάγραμμα που δείχνει το σημείο εργασιών

13.1.2 Σκοπός της Γεώτρησης στα Κύμινα Θεσ/νίκης

Η γεώτρηση έγινε με σκοπό την ύδρευση και βιομηχανική χρήση σε μονάδα επεξεργασίας και τυποποίησης αγροτικών προϊόντων (μονάδα επεξεργασίας μυδιών). Η γεώτρηση θα χρησιμοποιηθεί για να καλύψει τις λειτουργικές και υδρευτικές ανάγκες τις μονάδας. Αυτές περιλαμβάνουν : χρήση νερού στη παραγωγική διαδικασία, και ύδρευση και υγιεινή των εργαζομένων (και των επισκεπτών) στο χώρο της μονάδας.

Η περιοχή κατασκευής του έργου ανήκει στο Δήμο Αξιού, στο Δ.Δ. Κυμίνων, Νομού Θεσσαλονίκης, και βρίσκεται εκτός οικιστικής ζώνης, σε απόσταση περίπου 25 χλμ από τη Θεσσαλονίκη. Η πρόσβαση στη θέση του έργου γίνεται από την Ε.Ο. Θεσσαλονίκης –Αθήνας στροφή στην (αερογέφυρα Λουδία ποταμού), σε απόσταση 660μ. από την Ε.Ο. Η γεώτρηση κατασκευάστηκε από την τεχνική γεωλογική εταιρεία «ΓΕΩΕΡΕΥΝΑ Ο.Ε.», που εδρεύει στη Θεσσαλονίκη.

■ ← ΣΗΜΕΙΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

ΕΠΑΡΧΙΑΚΟ ΔΙΚΤΥΟ. ΠΡΟΣ ΜΑΛΓΑΡΑ →

ΕΘΝΙΚΗ ΟΔΟΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ - ΑΘΗΝΩΝ

ΠΡΟΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ →

Εικόνα 38 : Σχεδιάγραμμα που δείχνει το σημείο εργασιών

13.2 Γεωλογία της Περιοχής

ΝΕΟ ΡΥΣΙΟ

Η μορφολογία της ευρύτερης περιοχής Ν. Ρυσίου Θεσσαλονίκης είναι ομαλή με υψόμετρα που κυμαίνονται από 5 μέχρι 15 μ. και αυξάνεται από Βόρεια προς Νότια. Η ευρύτερη περιοχή υπάγεται στη λεκάνη του Ανθεμούντα που αναπτύσσεται νότια της Θεσσαλονίκης και αποτελεί ένα σύγχρονο τεκτονικό βύθισμα που δημιουργήθηκε στο Πλειόκαινο πάνω στον ιζηματογενή χώρο της Παλαιογενούς λεκάνης Αξιού Θεσσαλονίκης. Ακραίες καταστάσεις συνθηκών περιβάλλοντος (ολισθηγενείς, ευδιάβρωτες ή πλημμυριζόμενες κ.λ.π.) δεν περιλαμβάνονται τόσο στον χώρο επέμβασης όσο και στην ευρύτερη περιοχή.

Ο ευρύτερος χώρος γεωθερμικού ενδιαφέροντος εντάσσεται στις ανατολικές ενότητες της υποζώνης Παιονίας που αντιπροσωπεύουν τη βαθιά θάλασσα, σε αντίθεση με τις δυτικές ενότητες που αποτελούν τη κατωφέρεια του υβώματος Πάικου προς τη βαθιά θάλασσα. Έτσι, η περιοχή ήδη κατά το Μεσοζωικό αποτελεί βαθιά θάλασσα με την απόθεση αντίστοιχων ιζημάτων.

Στο Τριτογενές, και κατά το τέλος του Κρητιδικού – Μέσο Ηώκαινου, η περιοχή αναδύεται – χερσεύει συνοδευόμενη από απλές, κλειστές, μεγάλης κλίμακας πτυχώσεις.

Στο Ανώτερο Ηώκαινο σχηματίστηκε η «Παλαιογενούς αύλακα Αξιού» με την εναπόθεση μολασσοειδούς τύπου ιζημάτων. Στο Νεογενές παρατηρείται η εξέλιξη της ταφρογένεσης στον ευρύτερο χώρο Αξιού – Θερμαϊκού, η οποία δημιούργησε το γνωστό καθεστώς των ταφρολεκανών στο χώρο του Β. Αιγαίου. Ο νέος κύκλος ιζημάτων αποτελείται από χαλαρά προϊόντα αποθέσεων που αποδίδονται σε χερσοποτάμια, ποτάμια, λιμνοδελταικά, λιμναία και χερσαία περιβάλλοντα. Στο Κάτω – Μέσο Πλειστόκαινο, έντονη τεκτονική δραστηριότητα ρηγματώνει την περιοχή, δημιουργώντας τα βυθίσματα Θερμαϊκού, Τορωναίου, Συγγιτικού και Ανθεμούντα και προκαλεί τη δράση μεγάλου αριθμού θερμών πηγών, (Λουτρά Θέρμης, Αγ. Παρασκευής, Σουρωτής κ.ά.).

Η λεκάνη του Ανθεμούντα, που όπως αναφέρθηκε αποτελεί ένα σύγχρονο τεκτονικό βύθισμα, αναπτύσσεται νότια της Θεσσαλονίκης. Η ασύμμετρη δομή της χαρακτηρίζεται από μεγάλα κανονικά ρήγματα Α-Δ διεύθυνσης και ΒΒΔ-ΝΝΑ οριζόντιας συνιστώσας, που καθορίζουν την κινηματική και γεωμορφολογική εξέλιξη

Βελτιστοποίηση του πολλού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης του χώρου. Στην ευρύτερη αυτή περιοχή η θερμική κατάσταση είναι θετική και εντοπίζεται νότια και ανατολικά του αεροδρομίου, ενώ δείγματα βαθιάς κυκλοφορίας θερμών ρευστών, αποτελούν οι θερμές εκδηλώσεις των πηγών Θέρμης ($T = 36^{\circ}\text{C}$ και χημική σύσταση $\text{Na} - \text{Cl} - \text{HCO}_3$) και Αγίας Παρασκευής – Σουρωτής. Μικρή θερμική ανωμαλία διαπιστώνεται και σε άλλα σημεία της λεκάνης.

Με βάση τα γεωλογικά και γεωθερμικά δεδομένα φαίνεται να υπάρχει η δυνατότητα εντοπισμού υδροθερμικών ζωνών σε βάθη 600 – 1000μ. περίπου, με αναμενόμενες θερμοκρασίες $50^{\circ}\text{C} - 70^{\circ}\text{C}$.

Ζώνες με ρευστά $30 - 40^{\circ}\text{C}$ μπορούν να εντοπισθούν με σχετική ασφάλεια σε μικρότερα και άρα οικονομικότερα βάθη και αποτέλεσαν τον στόχο της παρούσας έρευνας.

Στη περιοχή έρευνας η υδρογεωλογική συμπεριφορά των διάφορων σχηματισμών, εξαρτάται από τη λιθολογική τους σύσταση και την κοκκομετρία τους, εφόσον πρόκειται για εδάφη με κοκκώδεις σχηματισμούς, και από το βαθμό διαγένεσης και τον τεκτονισμό τους εφόσον πρόκειται για συμπαγή πετρώματα. Η εκτίμηση της συμπεριφοράς αυτής για κάθε σχηματισμό γίνεται με βάση το πορώδες και την υδροπερατότητα του σχηματισμού.

Παραπάνω έχουν περιγραφεί οι σχηματισμοί, που υπάρχουν στην περιοχή έρευνας και παρακάτω παρουσιάζεται μια εκτίμηση της υδρολιθολογίας.

Ψαμμιτομαργαϊκή σειρά : Όσον αφορά τη ψαμμιτομαργαϊκή σειρά, αυτή αποτελείται από άμμους, αργίλους, μάργες και ψαμμίτες, τα οποία παρουσιάζουν την παρακάτω υδρολογική συμπεριφορά :

- **Άμμοι :** Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ, 1986) οι άμμοι είναι υδροπερατός σχηματισμός. Ενδεικτικές τιμές υδροπερατότητας (Mandel – Shiftan 1981) για χονδρόκοκκες έως λεπτόκοκκες άμμους: $2,3 \times 10^{-2} - 1,1 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$. Αντιπροσωπευτικές τιμές πορώδους (Morris – Johnson, 1967) 39-43 %.
- **Μάργες :** Αποτελούν έναν πρακτικά αδιαπέρατο σχηματισμό με τιμές υδροπερατότητας που κυμαίνονται από 10^{-11} μέχρι 10^{-7} m/sec), και με σχεδόν μηδενικό ενεργό πορώδες.
- **Αργίλοι :** Πρόκειται για έναν μη υδροπερατό (αδιαπέρατο) σχηματισμό, με αντιπροσωπευτικές τιμές πορώδους και υδροπερατότητας 50-60 % και $10^{-12} - 10^{-10} \text{ m/sec}$ αντίστοιχα (κατά BOWEN 1980).

- **Ψαμμίτες** : αποτελούν έναν ημι-υδροπερατό έως υδροπερατό σχηματισμό με τιμή πορώδους 20-37 % και υδροπερατότητας $10^{-10} - 10^{-5}$ m/sec (BOWEN 1980). Τιμές υδροπερατότητας, μετρημένες στο εργαστήριο, στους ψαμμίτες είναι της τάξης του $2,2 \times 10^{-14}$ έως 4×10^{-4} m/sec (DAVIS – DE WIEST 1967, MORRIW LOHNSON 1967). Η υδροπερατότητα των ψαμμιτών είναι μικρότερη από εκείνη των χαλαρών υλικών από την συγκόλληση των οποίων προέρχονται κατά μία έως τρεις τάξεις μεγέθους.

Σε ακτίνα 1χλμ. από την περιοχή του υπό μελέτη έργου, υπάρχουν αρκετές γεωτρήσεις, οι οποίες κατασκευάστηκαν είτε για ύδρευση σπιτιών (καθώς στην περιοχή δεν υπάρχει δίκτυο του Δήμου), είτε για άρδευση αγροτεμαχίων, καθώς και θερμοκηπίων, που υπάρχουν στην περιοχή. Όλες οι γεωτρήσεις είναι βαθιές, με τα βάθη τους να κυμαίνονται από 100 έως 170 μέτρα. Οι παροχές τους είναι ικανοποιητικές ανάλογα για το σκοπό για τον οποίο χρησιμοποιούνται. Οι αρδευτικές, οι οποίες έχουν και μεγαλύτερο βάθος, έχουν παροχές της τάξης των 50-60 κ.μ./ώρα, ενώ οι υδρευτικές, οι οποίες φτάνουν σε βάθος από 100 έως 140 μέτρα, έχουν παροχές της τάξης των 10-20 κ.μ./ώρα.

Η ποιότητα του νερού των παραπάνω γεωτρήσεων είναι καλή και το νερό είναι κατάλληλο τόσο για άρδευση, όσο και ύδρευση.

KYMINA

Γεωτεκτονικά η περιοχή του έργου ανήκει στη ζώνη του Αξιού και συγκεκριμένα στην ενότητα της Παιονίας. Όσον αφορά τα ιζήματα που υπάρχουν στην περιοχή, τα οποία υπέρκεινται των πετρωμάτων της ζώνης του Πάικου, αυτά ανήκουν στην Νεογενή-Τεταρτογενή Λεκάνη Αξιού-Θεσσαλονίκης, όπως αυτή καθορίστηκε από Μουντράκη (1985).

Γεωλογικά, στη περιοχή, σύμφωνα με τον γεωλογικό χάρτη του Ι.Γ.Μ.Ε. φύλλο ΠΛΑΤΥ, συναντούνται Τεταρτογενείς Όλοκαινικές αποθέσεις. Αναλυτικά αρχίζοντας από τα νεώτερα προς τα παλαιότερα συναντούνται :

Νεώτερες αποθέσεις : (προέρχονται από τις πλημμύρες των ποταμών Αξιού και Αλιάκμονα) αποτελούνται από λεπτόκοκκους άμμους, πηλούς, αμμούχους πηλούς και αμμούχους – αργιλούχους άμμους, καθώς επίσης και ιζήματα από μικρά και εφήμερα έλη.

Συμφωνα με τη μελέτη που έγινε από τη «NEDECO» (1986) για τη λεκάνη της Θεσσαλονίκης, κάτω από τις παραπάνω αποθέσεις και μέχρι βάθους 100 μ. έχουμε :

Θαλάσσιες αποθέσεις : εναλλαγές λεπτόκοκκων, αργιλούχων πηλών, πηλούχων αργίλων και ενστρώσεων αδρομερών υλικών. Μέσα στα ιζήματα αυτά απαντούν αρτίγονα θαλάσσια κελύφη. Τα αδρομερή υλικά προέρχονται από την προοδευτική προέκταση της ακτής και των δέλτα των ποταμών Αξιού και Αλιάκμονα.

Εναλλαγές θαλασσίων, ποτάμιων και υφάλμυρων αποθέσεων : αποτελούνται από αργίλους, λεπτόκοκκους άμμους, αμμούχους πηλούς και αμμούχους αργίλους.

13.3 Στρωματογραφία

ΝΕΟ ΡΥΣΙΟ

Η στρωματογραφία που προέκυψε από την εξέταση των δειγμάτων είναι :

- **Από 0 – 180 m :** ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΗ ΙΖΗΜΑΤΑ (ΑΜΜΟΙ-ΑΡΓΙΛΟΙ-ΚΡΟΚΑΛΕΣ)
- **Από 180 - 420 m :** ΠΛΕΙΟ - ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΙΚΑ ΙΖΗΜΑΤΑ (ΑΡΓΙΛΟΙ, ΑΡΓΙΛΟΠΗΛΟΙ, ΧΑΛΑΡΟΙ ΨΑΜΜΙΤΕΣ, ΚΡΟΚΑΛΟΠΑΓΗ)
- **Από 420 – 650 m :** ΜΕΙΟΚΑΙΝΙΚΑ ΙΖΗΜΑΤΑ (ΑΡΓΙΛΟΙ – ΨΑΜΜΙΤΕΣ)

ΚΥΜΙΝΑ

Η στρωματογραφία που προέκυψε από την εξέταση των δειγμάτων είναι :

- **Από 0 – 19m :** ΜΑΡΓΕΣ
- **Από 19 – 40m:** ΑΜΜΟΥΧΕΣ ΜΑΡΓΕΣ
- **Από 40 - 46m:** ΑΜΜΟΙ ΚΑΙ ΧΑΛΙΚΕΣ
- **Από 46 - 53m:** ΜΑΡΓΕΣ ΜΕ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΧΑΛΙΚΩΝ
- **Από 53 - 66m:** ΜΑΡΓΕΣ
- **Από 66 - 73m:** ΑΜΜΟΙ ΚΑΙ ΧΑΛΙΚΕΣ
- **Από 73 - 86m:** ΜΑΡΓΕΣ ΜΕ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΧΑΛΙΚΩΝ
- **Από 86 - 92m:** ΑΜΜΟΙ ΚΑΙ ΧΑΛΙΚΕΣ
- **Από 92 - 99m:** ΜΑΡΓΕΣ
- **Από 99 - 105m:** ΑΜΜΟΙ ΚΑΙ ΧΑΛΙΚΕΣ
- **Από 105 - 119m:** ΧΑΛΙΚΕΣ
- **Από 119 - 125m:** ΑΣΒΕΣΤΟΥΧΕΣ ΜΑΡΓΕΣ
- **Από 125 - 138m:** ΑΜΜΟΙ – ΧΑΛΙΚΙΑ
- **Από 138 - 145m:** ΑΣΒΕΣΤΟΜΑΡΓΕΣ
- **Από 145 - 152m:** ΚΡΟΚΑΛΕΣ ΜΕ ΜΑΡΓΕΣ
- **Από 152 - 158m:** ΑΣΒΕΣΤΟΜΑΡΓΕΣ

13.4 Διαμόρφωση του Χώρου Εργασιών

Πριν την έναρξη της διάτρησης είναι αναγκαίο να γίνουν ορισμένες εργασίες στο χώρο γύρω από τη γεώτρηση, που αποσκοπούν στην πιο γρήγορη και χωρίς προβλήματα ολοκλήρωση της γεώτρησης. Για το λόγο αυτό, τόσο στην περιοχή του Νέου Ρυσίου όσο και στην περιοχή των Κυμίνων, ανοίχτηκαν αρχικά, με κατάλληλο σκαπτικό μηχάνημα, οι λάκκοι (δεξαμενές) αποθήκευσης νερού πολτού. Στο Νέο Ρύσιο έγινε εκσκαφή τριών λάκκων, διαστάσεων 4x4x4 μ. ενώ στα Κύμινα έγινε εκσκαφή δύο λάκκων, διαστάσεων 3x3x3 μ. Ο πολτός διατρήσεως ανακυκλωνόταν με τη βοήθεια των λάκκων αυτών και της αντλίας του γεωτρύπανου, και παράλληλα γινόταν απόθεση των υλικών διάτρησης εντός των λακκών.



Εικόνα 29 : Λάκκος με πολτό

Στη συνέχεια ανοίχτηκε ένα αυλάκι, που συνέδεε το σημείο που θα γινόταν η γεώτρηση με τον κοντινότερο λάκκο, καθώς και αυλάκι που συνέδεε τους λάκκους μεταξύ τους.



Εικόνα 30 : Αυλάκι για την κυκλοφορία του πολτού

Βελτιστοποίηση του πολλού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

Μετά την οριζοντίωση του γεωτρητικού μηχανήματος, τοποθετήθηκε ο πύργος του σε κατακόρυφη θέση και βυθίστηκε στο λάκκο του νερού το σπιδάλ που με κατάλληλη αντλία μεταφέρει τον πολλό στην κεφαλή εισπίεσης.

13.5 Χαρακτηριστικά του Γεωτρύπανου

Το γεωτρητικό μηχανήμα έχει όλο τον αναγκαίο εξοπλισμό, όπως τον πύργο του γεωτρύπανου, τα βαρούλκα, τις τροχαλίες με τα συρματόσχοινα, την αντλία του πολλού, την κεφαλή εισπίεσης και ηλεκτρόδια για την ηλεκτροκόλληση. Και στις δύο γεωτρήσεις τα γεωτρύπανα που χρησιμοποιήθηκαν είχαν παρόμοια χαρακτηριστικά. Τα γεωτρύπανα ήταν υδραυλικά περιστρεφόμενα 12κύλινδρα και λειτουργούσαν με μηχανή diesel ισχύος 330 ίππων περίπου. Ο έλεγχος της λειτουργίας του γεωτρύπανου γίνεται με τη βοήθεια του πίνακα ελέγχου, στον οποίο βρίσκονται όλα τα όργανα για την παρακολούθηση της λειτουργίας του, δηλαδή μετρούνται οι στροφές της μηχανής, η πίεση της μηχανής, η πίεση κατά την ανύψωση, η θερμοκρασία της μηχανής και οι ώρες λειτουργίας του γεωτρυπάνου. Κάτω από τον πίνακα ελέγχου υπάρχουν όλοι οι χειροκίνητοι μοχλοί, με την ενεργοποίηση των οποίων ο γεωτρυπανιστής εκτελεί τις απαραίτητες λειτουργίες.

13.6 Υδραυλική Περιστροφική Διάτρηση

Και η γεωθερμική γεώτρηση στην περιοχή του Νέου Ρυσίου αλλά και η υδρογεώτρηση στην περιοχή των Κυμίνων έγιναν με υδραυλική περιστροφική διάτρηση με κανονική κυκλοφορία πολλού. Η διάτρηση έγινε με τρίγωνο κοπτικό άκρο και στρογγυλά καρβίδια, το κοπτικό άκρο βιδώθηκε με το πρώτο στέλεχος οδηγό. Η διατρητική στήλη, η οποία αποτελείται από το κοπτικό άκρο, τον οδηγό και τα στελέχη, περιστρέφεται δεξιόστροφα με τη βοήθεια της κεφαλής του γεωτρύπανου, η

οποία ταυτόχρονα επιτρέπει και την κατακόρυφη κίνηση προς τα κάτω της διατρητικής στήλης. Τα στελέχη είναι ειδικοί χαλύβδινοι κυλινδρικοί σωλήνες με σημαντικό πάχος τοιχώματος για να αντέχουν στις τάσεις στρέψης βάρους, πίεσης και τριβής με τα τοιχώματα της γεώτρησης. Το μήκος του κάθε στελέχους είναι 6,5 μέτρα και η διάμετρός του $4^{1/2}$ ίντσες. Η διατρητική στήλη κατέρχεται εξαιτίας της

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης περιστροφικής κίνησης του βάρους των στελεχών, που συνεχώς αυξάνεται, και της υδραυλικής πίεσης που ασκείται από το γεωτρύπανο με εντολή του χειριστή του γεωτρύπανου. Το επιφανειακό στέλεχος συνδέεται με το μηχανισμό μετάδοσης της κίνησης και με το λάστιχο κυκλοφορίας του πολτού. Ο γεωτρυπανιστής κρατά σημειώσεις για το βάθος σε κάθε νέα προσθήκη στελέχους. Επίσης κάθε 3-4 μέτρα παίρνεται αντιπροσωπευτικό δείγμα-τρίμμα από τον πολτό που εξέρχεται από την οπή της γεώτρησης και, αφού το περάσει από σίτα, το συσκευάζει σε σακουλάκια. Η μηχανή του γεωτρύπανου μεταδίδει τη κίνηση στο κοπτικό άκρο καθώς και τον πολτό κυκλοφορίας. Όταν η κεφαλή του γεωτρύπανου δεν κινείται ομαλά και ταρακουνιέται, τότε ο γεωτρυπανιστής καταλαβαίνει την ύπαρξη σκληρού ή ανομοιογενούς σχηματισμού και ελαττώνει την ταχύτητα περιστροφής και την υδραυλική πίεση. Αντίθετα, όταν η κεφαλή κινείται ομαλά, σημαίνει ότι το κοπτικό άκρο έχει συναντήσει χαλαρό υλικό και ομοιογενές και έτσι μπορεί να αυξήσει την ταχύτητα



Εικόνα 41: Κεφαλή του γεωτρύπανου

περιστροφής της διατρητικής στήλης. Πριν την τοποθέτηση νέου στελέχους, ο χειριστής ανεβοκατεβάζει τη στήλη, με σκοπό το καθαρισμό της γεώτρησης από τα τρίμματα και την αποφυγή απόφραξης της στήλης. Με ένα πινέλο γρασσάρεται το νέο στέλεχος που προστίθεται στη στήλη για να μειωθεί η τριβή του στην τράπεζα του γεωτρύπανου από όπου περνά. Το ξεβίδωμα των στελεχών γίνεται με αριστερόστροφη κίνηση. Όταν ένα στέλεχος ξεβιδώνεται, η διατρητική στήλη

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης συγκρατείται στη θέση της με τη βοήθεια ισχυρών μεταλλικών γραναζιών (δαγκάνων) που εφαρμόζουν στην τράπεζα του γεωτρύπανου.

Η γεωθερμική γεώτρηση στο Νέο Ρύσιο έφτασε σε βάθος 650 μέτρων, ενώ η υδρογεώτρηση στα Κύμινα έφτασε σε βάθος 158 μέτρων.

13.7 Κυκλοφορία του Πολτού Διάτρησης

Όταν ο λάκκος γεμίσει με νερό, τοποθετείται μέσα σ' αυτόν το σπιράλ που οδηγεί τον πολτό μέσα στη κεφαλή εισπίεσης. Το ένα άκρο του σπιράλ βρίσκεται μέσα στο λάκκο, ενώ το άλλο συνδέεται με την αντλία. Για να αρχίσει η κυκλοφορία του πολτού, γεμίζει το σπιράλ με νερό και αρχίζει η λειτουργία της αντλίας. Η πίεση του σπιράλ είναι ισχυρή και μεταφέρει τον πολτό κυκλοφορίας μέσα στη διατρητική στήλη. Η κυκλοφορία είναι κανονική, δηλαδή ο πολτός κατεβαίνει με πίεση (στη διατρητική στήλη) και ψύχει το κοπτικό άκρο. Στη συνέχεια ανέρχεται ανάμεσα από τα στελέχη και τα τοιχώματα της γεώτρησης, παρασύροντας τα τρίμματα που προκύπτουν από το θρυμματισμό των πετρωμάτων. Όταν ο πολτός φτάνει στην



Εικόνα 42 : Έξοδος του πολτού από την οπή

επιφάνεια οδηγείται και πάλι στο λάκκο μέσω του αυλακιού που συνδέει την οπή της γεώτρησης με αυτόν. Κατά την εξέλιξη της διάτρησης συνεχίζεται η ίδια κυκλική κυκλοφορία της λάσπης, η οποία σχηματίζει μια λεπτή κρούστα που επικαλύπτει τα τοιχώματα της γεώτρησης και δεν επιτρέπει την διαφυγή του πολτού μέσα από τους

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης υδροφόρους σχηματισμούς ή από ρηξιγενείς επιφάνειες. Εν τούτοις, υπάρχουν απώλειες πολτού μέσα στους υδροφόρους σχηματισμούς.

Για την αραιώση του πολτού κυκλοφορίας στη γεώτρηση του Νέου Ρυσίου ο λάκκος τροφοδοτούνταν συνέχεια με νερό μέσω σωληνώσεων από παρακείμενη γεώτρηση. Κατά τη διάρκεια της διάτρησης δεν χρησιμοποιήθηκε καθόλου μπεντονίτης γιατί οι αργιλικοί σχηματισμοί που συναντήθηκαν είχαν πολύ μεγάλη αργιλική συνιστώσα που αντικαθιστά μερικώς τον μπεντονίτη.

Στην περίπτωση της υδρογεώτρησης στα Κύμινα αντίθετα, χρησιμοποιήθηκαν 10 σάκκοι μπεντονίτη, ώστε ο πολτός να γίνει πιο πηκτός και να εκτελέσει το σκοπό του.

Όταν ο λάκκος γεμίσει, ο πολτός μεταφέρεται μέσω ενός αυλακιού στο δεύτερο λάκκο ο οποίος τροφοδοτείται με νερό. Το σπирάλ μεταφέρεται στο δεύτερο λάκκο αφού ο πρώτος γεμίσει με πηκτό πολτό, που δεν μπορεί να ξεμπαζώσει τη γεώτρηση από τα τρίμματα. Όταν ο πολτός γίνεται πηκτός στο δεύτερο λάκκο, το σπирάλ με το ποτήρι άντλησης λάσπης μετακινείται προς τα πάνω ώστε να βρίσκεται μέσα στον πιο αραιό πολτό.

13.8 Διεύρυνση της Γεώτρησης και Μόνιμη Σωλήνωση

Στη γεώτρηση του Νέου Ρυσίου έγινε αρχική διάτρηση με κοπτικό $12^{1/2}$ ιντσών, μέχρι το βάθος των 24μ., διεύρυνση της οπής από $12^{1/2}$ σε 26 ίντσες, μέχρι το βάθος των 24μ., και τοποθέτηση περιφραγματικών σωλήνων διαμέτρου 21". Ακολούθησε πάκτωση των περιφραγματικών σωλήνων με τσιμέντο. Η διάτρηση συνεχίστηκε με κοπτικό $12^{1/2}$ ιντσών, μέχρι το βάθος των 315μ., διεύρυνση της οπής από $12^{1/2}$ σε $19^{1/2}$ ίντσες, μέχρι το βάθος των 315μ., και τοποθέτηση χαλυβδοσωλήνων διαμέτρου $12^{3/4}$ ", πάχους 5 χιλ. με παράλληλη τοποθέτηση πιεζομετρικού σωλήνα 1". Ακολούθησε τσιμεντώση του δακτυλιοειδούς χώρου μεταξύ της οπής και των τοιχωμάτων των σωλήνων, με χρήση αντίστροφης βαλβίδας. Η διάτρηση συνεχίστηκε με κοπτικό $10^{1/2}$ " από το βάθος των 315μ. έως το τελικό βάθος.

Μετά το τέλος της διάτρησης στην υδρογεώτρηση στα Κύμινα έγινε διεύρυνση της οπής της γεώτρησης από $8^{1/2}$ σε $12^{1/2}$ ίντσες. Χρησιμοποιήθηκε τρίγωνο κοπτικό άκρο με στρογγυλά καρβίδια διαμέτρου $15^{1/2}$ ιντσών. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν παρόμοια με αυτή της αρχικής διάτρησης.

Η διεύρυνση της γεώτρησης έγινε λόγω της απαίτησης για μεγάλη σωλήνωση και χαλίκωση της γεώτρησης. Στα υδροφόρα (παραγωγικά) στρώματα έγινε τοποθέτηση

Βελτιστοποίηση του πολλού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης φιλτροσωλήνων, ενώ στα μη υδροφόρα (μη παραγωγικά) στρώματα έγινε τοποθέτηση τυφλών σωλήνων. Οι σωλήνες (φίλτρα και τυφλά) είχαν διάμετρο 6 ιντσών, μήκος 6 μέτρα το καθένα ενώ το άνοιγμα της οπής του φίλτρου ήταν 2-3 χιλ. Ο όγκος του χαλικοφίλτρου ήταν περίπου 10 κ.μ., ενώ η διάμετρος του κυμαινόταν στα 4-7 χιλ.

13.9 Στοιχεία Αντλησης

Στη γεώτρηση του Νέου Ρυσίου έγινε ανάπτυξη και καθαρισμός της γεώτρησης με air lift. Στο προγραμματισμό της γεώτρησης ήταν να γίνουν δοκιμαστικές αντλήσεις, με σκοπό τον προσδιορισμό των υδραυλικών χαρακτηριστικών των υδροφόρων, τη μέτρηση της θερμοκρασίας σε διάφορες παροχές και μετά από πολύωρη άντληση και τη συμπεριφορά του ρευστού σε ό,τι αφορά την απόθεση αλάτων.

Δυστυχώς η ολοκλήρωση αυτών των δοκιμαστικών αντλήσεων δεν επιτεύχθηκε λόγω της εισροής άμμου από τους σχηματισμούς μέσα στη γεώτρηση δημιουργώντας σημαντικά έως αξεπέραστα προβλήματα στην άντληση διαρκείας, αλλά και στις αντλήσεις σε βαθμίδες, αφού δεν επιτεύχθηκε ποτέ μια σταθερή παροχή στην άντληση.

Στην υδρογεώτρηση στα Κύμينا, μετά από τη χαλίκωση έγινε ανάπτυξη της γεώτρησης με αέρα (air lift). Ο αέρας αναμιγνύεται με το νερό της γεώτρησης και σχηματίζεται στη γεώτρηση ένα ελαφρύτερο μίγμα αέρα-νερού και έτσι ανέρχεται με πίεση στην επιφάνεια μέσα από τους σωλήνες. Το μίγμα αυτό συμπαρασύρει τα τρίμματα της λάσπης και όλες τις "ακαθαρσίες" που βρίσκονται μέσα στη γεώτρηση.

Μετά την ολοκλήρωση των συμπληρωματικών εργασιών (χαλίκωση, air lift) έγινε η τοποθέτηση της αντλίας για τις δοκιμαστικές αντλήσεις. Οι δοκιμαστικές αντλήσεις περιλαμβάνουν την προάντληση, την άντληση κατά βαθμίδες, και την άντληση με σταθερή παροχή. Τα αποτελέσματα των αντλήσεων έδωσαν :

- Υδροστατική στάθμη : 5 μ.
- Στάθμη άντλησης : 87 μ.
- Παροχή : 45 κ.μ. / ώρα

(14). ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΟΥ ΠΟΛΤΟΥ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ

Κατά τη διάρκεια της διάτρησης είναι απαραίτητο να εκτελούνται ορισμένες μετρήσεις στον πολτό, οι οποίες θα δείξουν αν βρίσκεται στην κατάλληλη κατάσταση, ώστε να μπορεί να εκτελέσει τις λειτουργίες του με όσο γίνεται μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα. Και στις δύο γεωτρήσεις μελέτης έγιναν μετρήσεις επί τόπου λαμβάνοντας υπόψη τις εξής παραμέτρους :

- **Ιξώδες**
- **Πυκνότητα**
- **Θερμοκρασία**
- **Αγωγιμότητα.**

Εργαστηριακά, η συγκέντρωση δειγμάτων πολτού σε διάφορα βάθη, και από τις δύο γεωτρήσεις, επέτρεψαν τον υπολογισμό και τη μέτρηση και άλλων παραμέτρων, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση της κατάστασης ενός συστήματος πολτού διάτρησης. Οι παράμετροι αυτοί είναι :

- **Περιεχόμενο ασβέστιο**
- **Περιεχόμενο χλώριο**
- **Περιεχόμενα νιτρικά**
- **Περιεχόμενα θειικά**
- **Ποσοστό στερεών ανά όγκο**
- **pH.**

14.1 Μέτρηση Ιξώδους

Για τη μέτρηση του ιξώδους χρησιμοποιήθηκε το όργανο **Marsh Funnel**. Πρόκειται για ένα όργανο το οποίο χρησιμοποιείται αρκετά συχνά για μετρήσεις του ιξώδους του πολτού διάτρησης. Το Marsh Funnel έχει σχήμα χωνιού. Το συνολικό του μήκος είναι 32 cm, το πάνω τμήμα έχει διάμετρο 16 cm, ενώ καταλήγει σε μια μακρόστενη έξοδο μήκους 5 cm και με εσωτερική διάμετρο 0,5 cm. Μια σίτα, η οποία έχει ανοίγματα 0,2 cm, καλύπτει το μισό τμήμα του οργάνου και βρίσκεται 2 cm κάτω από το ανώτερο τμήμα.

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

Το όργανο γεμίζει με τον πολτό (περίπου 1500 ml) διαμέσου της σίτας ούτως ώστε να συγκρατούνται τα τρίμματα τα οποία θα μπορούσαν να φράξουν το σημείο εξόδου, προκαλώντας προβλήματα στη μέτρηση. Στη συνέχεια και αφού έχει εξασφαλιστεί το



Εικόνα 43 : Όργανο Marsh funnel

κλείσιμο της εξόδου με τη βοήθεια του δαχτύλου μας, το απομακρύνουμε και αφήνουμε τον πολτό να εξέλθει μετρώντας ταυτόχρονα το χρόνο που απαιτείται για την εκκένωσή του. Ο χρόνος που θα προκύψει αποτελεί και το ιξώδες το οποίο ονομάζεται Marsh funnel ιξώδες, ενώ η μέτρηση επηρεάζεται από τις θιξοτροπικές ιδιότητες του πολτού.



Εικόνα 44 : Μέτρηση του ιξώδους με το όργανο Marsh funnel

Το ιξώδες ενός ρευστού χαρακτηρίζει την αντίστασή του στη ροή. Το επιθυμητό ιξώδες επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως η πυκνότητα του πολτού, το μέγεθος της γεώτρησης, το ρυθμό άντλησης, το ρυθμό διάτρησης, τις απαιτήσεις πίεσης καθώς και από διάφορα προβλήματα της γεώτρησης.

ΝΕΟ ΡΥΣΙΟ		ΚΥΜΙΝΑ	
ΒΑΘΟΣ (m)	ΙΞΩΔΕΣ (sec)	ΒΑΘΟΣ (m)	ΙΞΩΔΕΣ (sec)
310	49	50	53
327	49		
346	48	70	55
380	50		
415	51	85	59
422	51		
460	52	100	60
480	55		
530	57	138	58
540	58		
575	72	145	60
590	70		
610	68	150	62
650	63		

Πίνακας 1 : Μετρήσεις του ιξώδους σε σχέση με το βάθος

Το ιξώδες ενός πολτού εξαρτάται από τους εξής παράγοντες :

- το ιξώδες του αρχικού υγρού
- το μέγεθος, το σχήμα, και τον αριθμό των σωματιδίων
- τις ενδοσωματιδιακές δυνάμεις

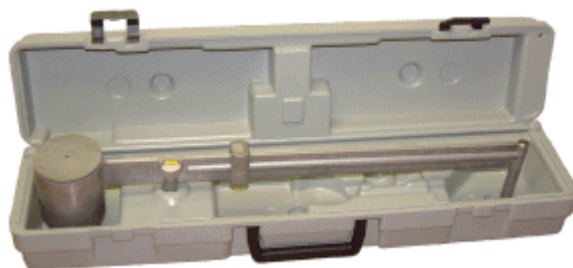
Το ιξώδες του αρχικού υγρού, (νερό ή πετρέλαιο) ή και τα δύο μαζί, επηρεάζεται από τη θερμοκρασία. Παρόλο που το πετρέλαιο έχει υψηλότερο ιξώδες από το νερό, η θερμοκρασία επηρεάζει σε μεγαλύτερο βαθμό το ιξώδες του πετρελαίου από το ιξώδες του νερού.

Ένα ρευστό το οποίο έχει ένα δεδομένο ποσοστό στερεών σωματιδίων, το ιξώδες του θα είναι μεγαλύτερο όταν τα σωματίδια θα έχουν μικρό μέγεθος, παρά όταν το μέγεθός τους είναι μεγαλύτερο. Αυτό οφείλεται στο μεγαλύτερο αριθμό σωματιδίων και επομένως στη μεγαλύτερη συνολική επιφάνεια που ενυδατώνεται. Επίσης, το σχήμα των σωματιδίων παίζει σημαντικό ρόλο. Σωματίδια με επίπεδο σχήμα θα έχουν μεγαλύτερη επιφάνεια επαφής σε σχέση με σφαιρικά σωματίδια.

Οι ενδοσωματιδιακές δυνάμεις δημιουργούνται από τα ηλεκτροστατικά πεδία που υπάρχουν γύρω από τις πλάκες της αργίλου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη ελκτικών και απωθητικών μεταξύ των φορτισμένων πλακών.

14.2 Μέτρηση Πυκνότητας

Η μέτρηση της πυκνότητας του πολτού είναι πολύ σημαντική, αφού από αυτή εξαρτώνται πολλές από τις λειτουργίες του. Το όργανο μέτρησης της πυκνότητας είναι μία ζυγαριά, η οποία αποτελείται από μια βάση, πάνω στην οποία τοποθετείται ένας βαθμολογημένος άξονας με διάφορες κλίμακες πυκνότητας, μαζί με ένα κύπελλο, μέσα στο οποίο τοποθετείται ο πολτός.



Εικόνα 45 : Ζυγαριά μέτρησης της πυκνότητας του πολτού διάτρησης

Η ισορρόπηση της ζυγαριάς με τη μετακίνηση ενός βαρίδιου κατά μήκος του βαθμολογημένου άξονα θα δώσει την τιμή της πυκνότητας του πολτού.

Η πυκνότητα του πολτού διάτρησης πρέπει να ελέγχεται, έτσι ώστε να παρέχει το κατάλληλο υδροστατικό φορτίο για την αποτροπή εισροής ρευστών του σχηματισμού. Ωστόσο, δεν θα πρέπει να είναι και τόσο μεγάλη, ώστε να προκαλούνται διάφορα προβλήματα όπως απώλεια κυκλοφορίας ή μείωση στο ρυθμό διάτρησης.



Εικόνα 46 : Μέτρηση της πυκνότητας του πολτού διάτρησης

ΝΕΟ ΡΥΣΙΟ		ΚΥΜΙΝΑ	
ΒΑΘΟΣ (m)	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (gr/cm ³)	ΒΑΘΟΣ (m)	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (gr/cm ³)
310	1,08	50	1,22
327	1,09		
346	1,11		
380	1,13	70	1,25
415	1,17		
422	1,17		
460	1,23	85	1,24
480	1,25		
530	1,3		
540	1,3	100	1,31
575	1,34		
590	1,34		
610	1,33	138	1,38
650	1,28		
		145	1,34
		150	1,34

Πίνακας 2 : Μετρήσεις της πυκνότητας σε σχέση με το βάθος

14.3 Μέτρηση Θερμοκρασίας

Η μεταβολή της θερμοκρασίας, καθώς προχωράει η διάτρηση, είναι πολύ σημαντική γιατί είναι ένας καθοριστικός παράγοντας μεταβολής των ιδιοτήτων του πολτού και κατά συνέπεια της λειτουργίας του. Η θερμοκρασία μεταβάλλει το ιξώδες του πολτού καθώς και την ικανότητα δημιουργίας gel. Και στις δύο γεωτρήσεις γίνονταν μετρήσεις της θερμοκρασίας τόσο κατά την έξοδο του πολτού όσο και από τα σημεία εξόδου, δηλαδή από τις δεξαμενές του πολτού.



Εικόνα 47 : Μέτρηση της θερμοκρασίας του πολτού διάτρησης

ΝΕΟ ΡΥΣΙΟ			ΚΥΜΙΝΑ		
ΒΑΘΟΣ (m)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΞΟΔΟΥ (C ⁰)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΙΣΟΔΟΥ (C ⁰)	ΒΑΘΟΣ (m)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΞΟΔΟΥ (C ⁰)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΙΣΟΔΟΥ (C ⁰)
310	22,4	22,1	50	18,8	16,2
327	23,8	22,5			
346	24,7	21,4	70	18,5	16,1
380	24,7	23			
415	24,9	23,2	85	19,2	16,3
422	25,8	19,6			
460	26,8	19,5	100	17,8	16,1
480	26,7	18,3			
530	26,8	22,5	138	16,5	15
540	25,6	16,5			
575	26,1	22,2	145	17,2	15,5
590	28,2	22,2			
610	26,5	21,3	150	17,4	15,8
650	26,2	21,1			

Πίνακας 3 : Μετρήσεις της θερμοκρασίας σε σχέση με το βάθος

14.4 Μέτρηση Αγωγιμότητας

Η αγωγιμότητα του πολτού διάτρησης επηρεάζεται από τα διαλυμένα άλατα που βρίσκονται στο νερό αλλά και από το αδιάλυτο στέρεο υλικό που βρίσκεται στον πολτό. Όσο μεγαλύτερη είναι η συγκέντρωση των διαλυμένων αλάτων, τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η αγωγιμότητα του διαλύματος. Η αγωγιμότητα ενός διαλύματος αυξάνεται καθώς αυξάνει και η θερμοκρασία. Η αγωγιμότητα του πολτού επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό τις ηλεκτρικές διαγραφίες και επομένως είναι απαραίτητο να μετριέται.



Εικόνα 48 : Μέτρηση της αγωγιμότητας του πολτού διάτρησης

ΝΕΟ ΡΥΣΙΟ		ΚΥΜΙΝΑ	
ΒΑΘΟΣ (m)	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (μS/cm)	ΒΑΘΟΣ (m)	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (μS/cm)
415	620	50	450
422	600		
460	650	70	400
480	640	85	380
530	580		
540	610	100	850
575	600	138	1600
590	440		
610	460	145	1580
650	450	150	1450

Πίνακας 4: Μετρήσεις της αγωγιμότητας σε σχέση με το βάθος

14.5 Μετρήσεις pH, Ca, N, S, Cl, % ΣΤΕΡΕΩΝ

Το εύρος των τιμών του pH σε ένα διάλυμα κυμαίνεται μεταξύ 0 και 14. Με την τιμή 7 το διάλυμα χαρακτηρίζεται ως ουδέτερο, μεταξύ 0 και 7 ως όξινο και μεταξύ 7 και 14 ως αλκαλικό. Το pH ενός πολτού σπανίως είναι κάτω από 7 ενώ στις περισσότερες περιπτώσεις κυμαίνεται μεταξύ 8 και 12.5, ανάλογα με τον τύπο του πολτού. Το pH είναι σημαντικό, γιατί από αυτό εξαρτάται η διαλυτότητα των οργανικών αραιωτών καθώς και η διασπορά της αργίλου που βρίσκεται μέσα στον πολτό.

Όταν το νερό περιέχει μεγάλη ποσότητα διαλυμένου ασβεστίου και μαγνησίου, τότε χαρακτηρίζεται ως σκληρό νερό. Μια ένδειξη της σκληρότητας του νερού είναι η δυσκολία δημιουργίας αφρού με τη χρήση σαπουνιού. Σε πολλές περιπτώσεις το νερό που είναι διαθέσιμο για τη διάτρηση είναι αρκετά σκληρό. Όταν αναμειγνύεται το νερό με τις αργίλους διάτρησης, τότε η απόδοσή τους είναι μικρή. Όσο σκληρότερο είναι το νερό, τόσο περισσότερος μπεντονίτης χρειάζεται για τη δημιουργία ικανοποιητικού gel στον πολτό.

Η παρουσία θεικών ιόντων στα νερά είναι αρκετά συνηθισμένη, εξαιτίας της διαλυτικής δράσης του νερού πάνω στα ορυκτά. Συχνά είναι επιθυμητό να γνωρίζουμε ποια είναι η παρουσία των θεικών στον πολτό διάτρησης, αφού συγκεντρώσεις θεικών ιόντων με τιμές μεγαλύτερες από 2000 ppm θα μπορούσαν να είναι επιζήμιες για τον πολτό, προκαλώντας υψηλό ιξώδες και μεγάλη απώλεια ρευστού.

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

Η παρουσία χλωρίου είναι πολύ σημαντική σε περιοχές όπου το αλάτι μπορεί να μολύνει τον πολτό διάτρησης. Το αλάτι μπορεί να προέρχεται από στρώματα ή δόμους άλατος ή από ροές αλμυρού νερού.

ΝΕΟ ΡΥΣΙΟ						
ΒΑΘΟΣ (m)	pH	Ca (mg/l)	Cl (mg/l)	N (mg/l)	S (mg/l)	% ΣΤΕΡΕΑ
310	11	24	128	13,5	12	42
327	10					
346	9,4	48	295	26,4	22	60
380	9					
415	8	44	129	11,4	18	72
422	7					
460	7,1	38	133	13,2	24	75
480	7,3					
530	7	80	136	70,4	32	80
540	7					
575	7,2	95	90	87,1	36	82
590	7					
610	7,3	62	138	22,88	33	77
650	7,5					

Πίνακας 5 :Μετρήσεις pH, Ca, N, S, Cl, % ΣΤΕΡΕΩΝ

ΚΥΜΙΝΑ						
ΒΑΘΟΣ (m)	pH	Ca (mg/l)	Cl (mg/l)	N (mg/l)	S (mg/l)	% ΣΤΕΡΕΑ
50	8,5					
70	8,2					
85	8	72	884	88	96	75
100	7	211	3800	44	180	30
138	7,2	142,8	3630	35	240	45
145	7,3					
150	7	161	3280	44	180	70

Πίνακας 6 :Μετρήσεις pH, Ca, N, S, Cl, % ΣΤΕΡΕΩΝ

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

ΒΑΘΟΣ (m)	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (gr/cm ³)	ΙΞΩΔΕΣ (sec)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΞΟΔΟΥ (C°)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΙΣΟΔΟΥ (C°)	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (μS/cm)	pH	Ca (mg/l)	Cl (mg/l)	N (mg/l)	S (mg/l)	% ΣΤΕΡΕΑ
310	1,08	49	22,4	22,1		11					
327	1,09	49	23,8	22,5		10					
346	1,11	48	24,7	21,4		9,4	24	128	13,5	12	42
380	1,13	50	24,7	23		9					
415	1,17	51	24,9	23,2	620	8	48	295	26,4	22	60
422	1,17	51	25,8	19,6	600	7					
460	1,23	52	26,8	19,5	650	7,1					
480	1,25	55	26,7	18,3	640	7,3	44	129	11,4	18	72
530	1,3	57	26,8	22,5	580	7	38	133	13,2	24	75
540	1,3	58	25,6	16,5	610	7					
575	1,34	72	26,1	22,2	600	7,2					
590	1,34	70	28,2	22,2	440	7	80	136	70,4	32	80
610	1,33	68	26,5	21,3	460	7,3	95	90	87,1	36	82
650	1,28	63	26,2	21,1	450	7,5	62	138	22,88	33	77

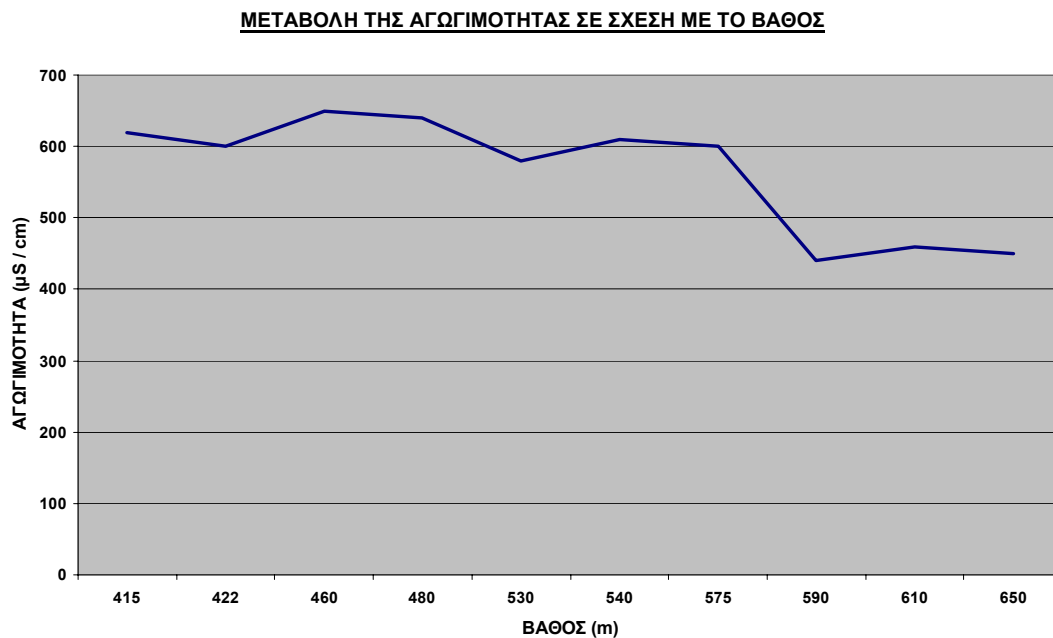
Πίνακας 7 : Συγκεντρωτικός πίνακας των μετρήσεων του πολτού διάτρησης στο Ν. Ρύσιο

ΒΑΘΟΣ (m)	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (gr/cm ³)	ΙΞΩΔΕΣ (sec)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΞΟΔΟΥ (C°)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΙΣΟΔΟΥ (C°)	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (μS/cm)	pH	Ca (mg/l)	Cl (mg/l)	N (mg/l)	S (mg/l)	% ΣΤΕΡΕΑ
50	1,22	53	18,8	16,2	450	8,5					
70	1,25	55	18,5	16,1	400	8,2					
85	1,24	59	19,2	16,3	380	8	72	884	88	96	75
100	1,31	60	17,8	16,1	850	7	211	3800	44	180	30
138	1,38	58	16,5	15	1600	7,2	142,8	3630	35	240	45
145	1,34	60	17,2	15,5	1580	7,3					
150	1,34	62	17,4	15,8	1450	7	161	3280	44	180	70

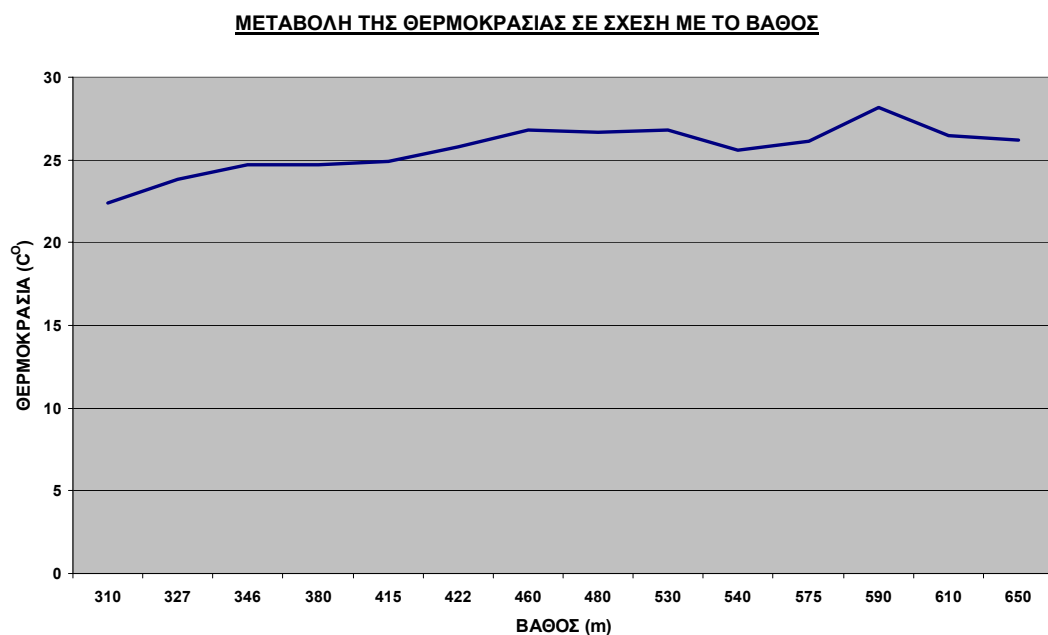
Πίνακας 8 : Συγκεντρωτικός πίνακας των μετρήσεων του πολτού διάτρησης στα Κύμινια

(15). ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΟΥ ΠΟΛΤΟΥ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ

15.1 Γεώτρηση στο Ν. Ρύσιο

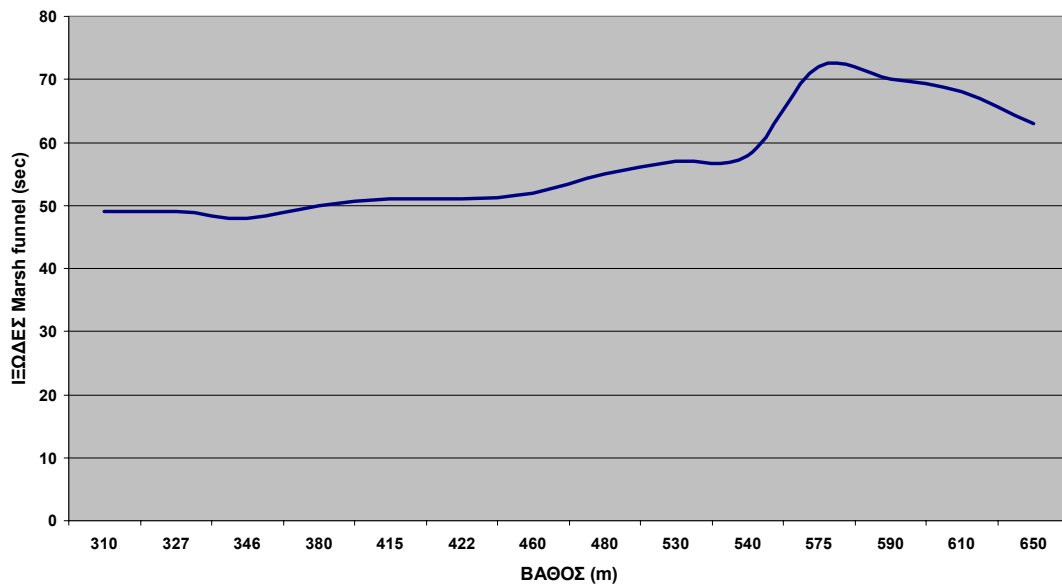


Εικόνα 49



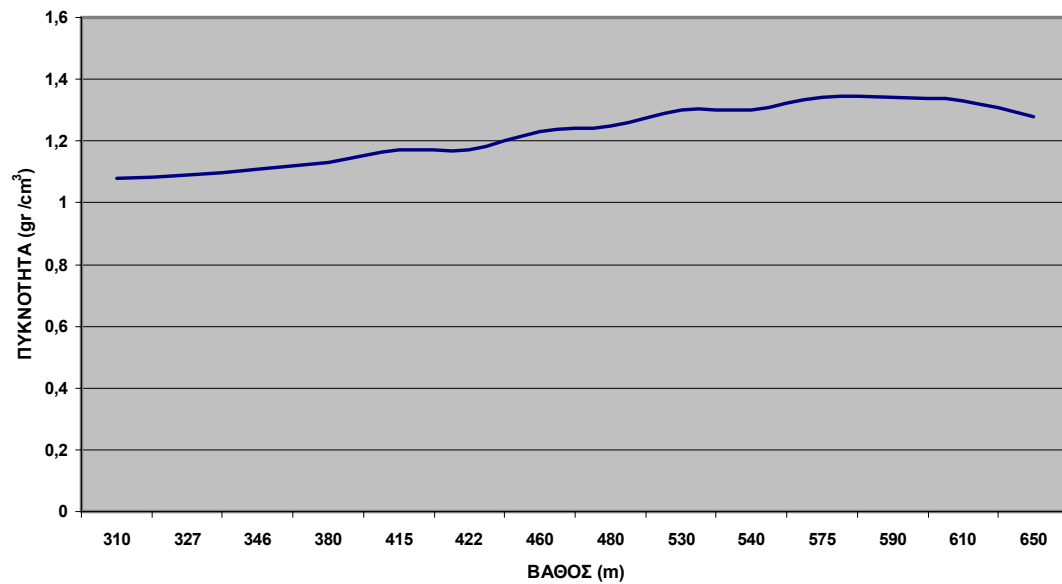
Εικόνα 50

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΙΞΩΔΟΥΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΒΑΘΟΣ



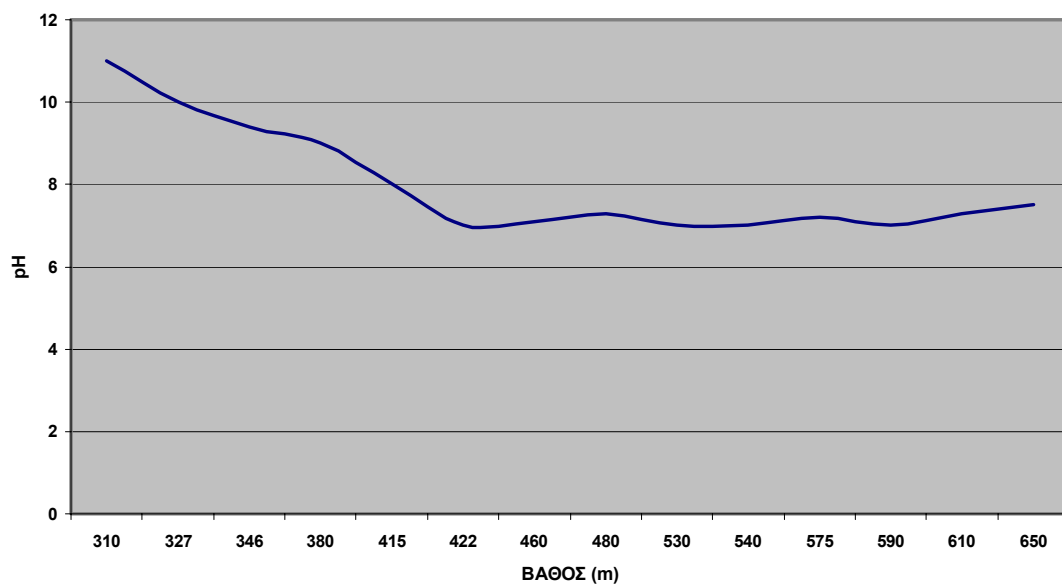
Εικόνα 51

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΒΑΘΟΣ



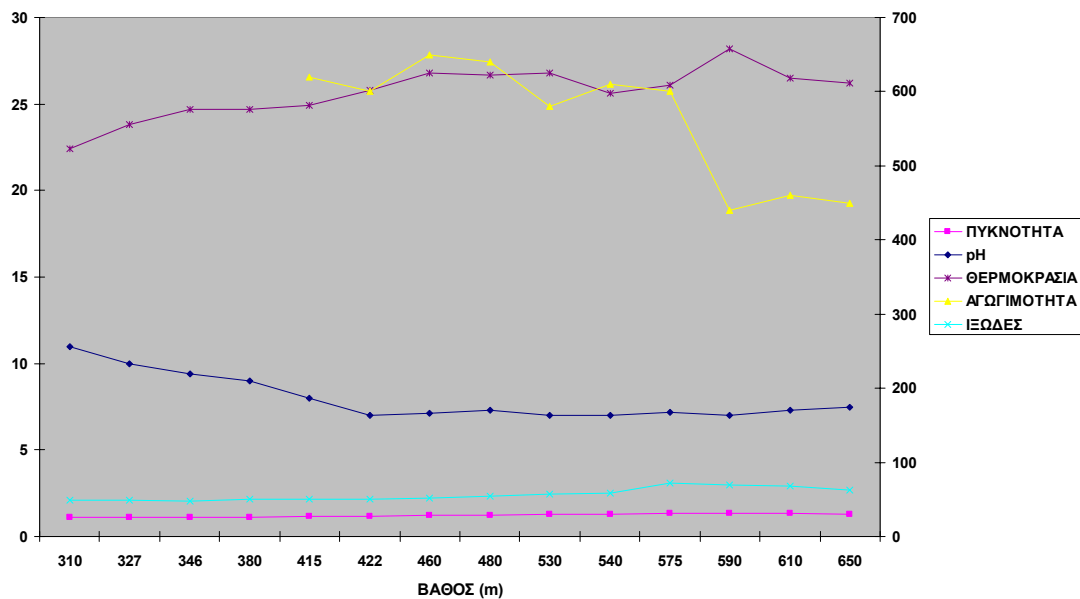
Εικόνα 52

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΡΗ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΒΑΘΟΣ

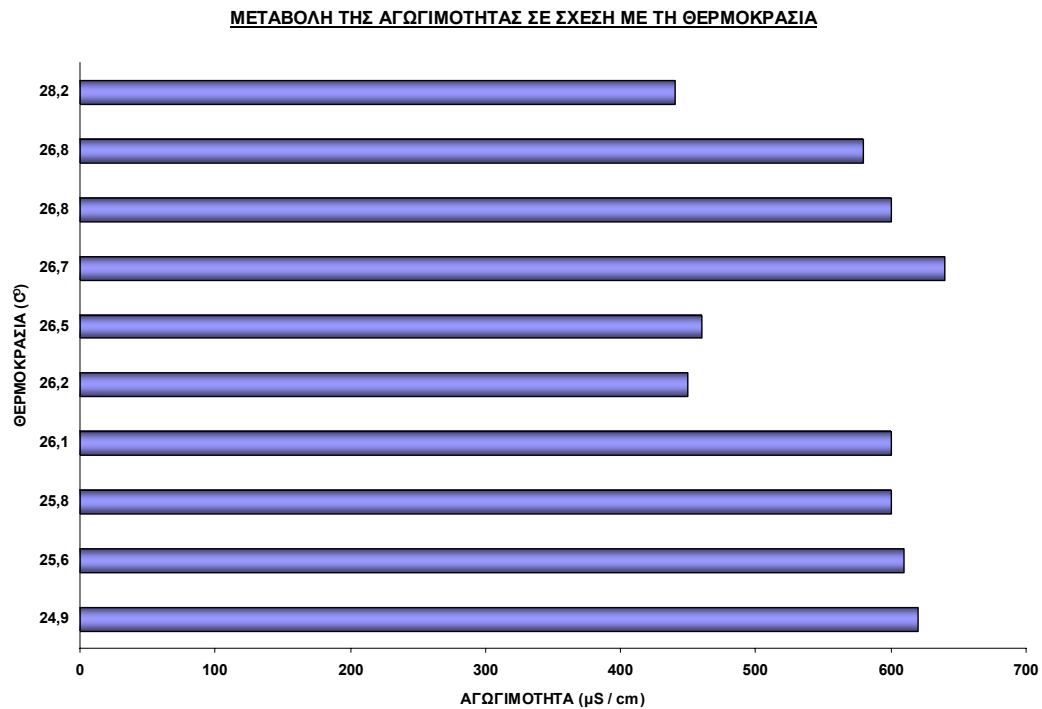


Εικόνα 53

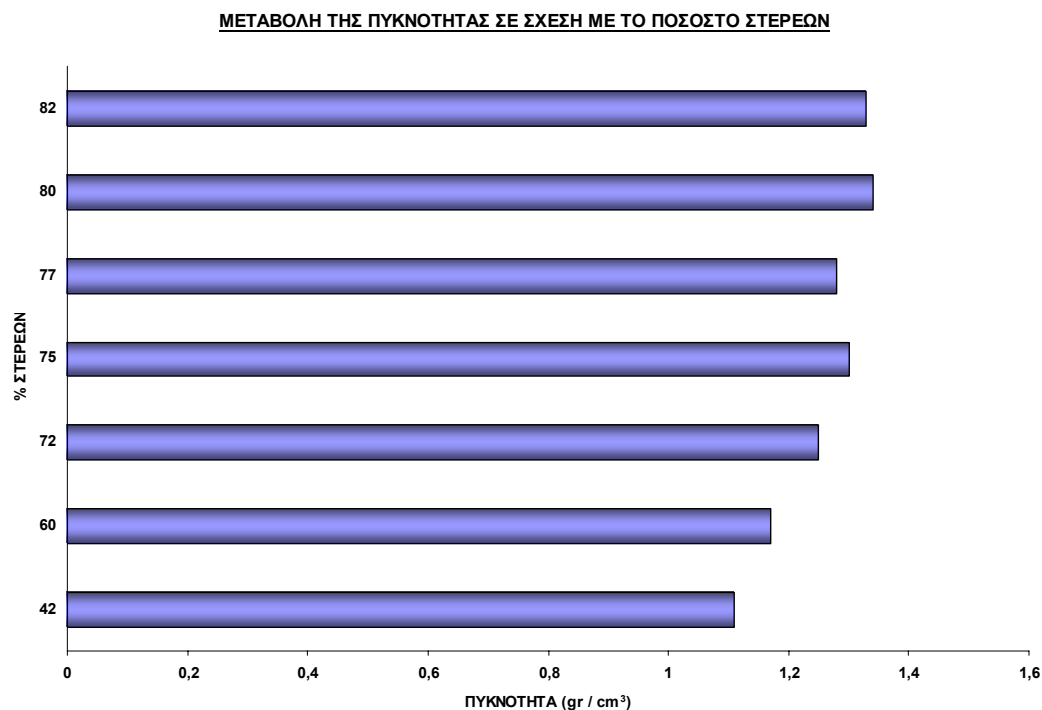
ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΜΕ ΤΟ ΒΑΘΟΣ



Εικόνα 54

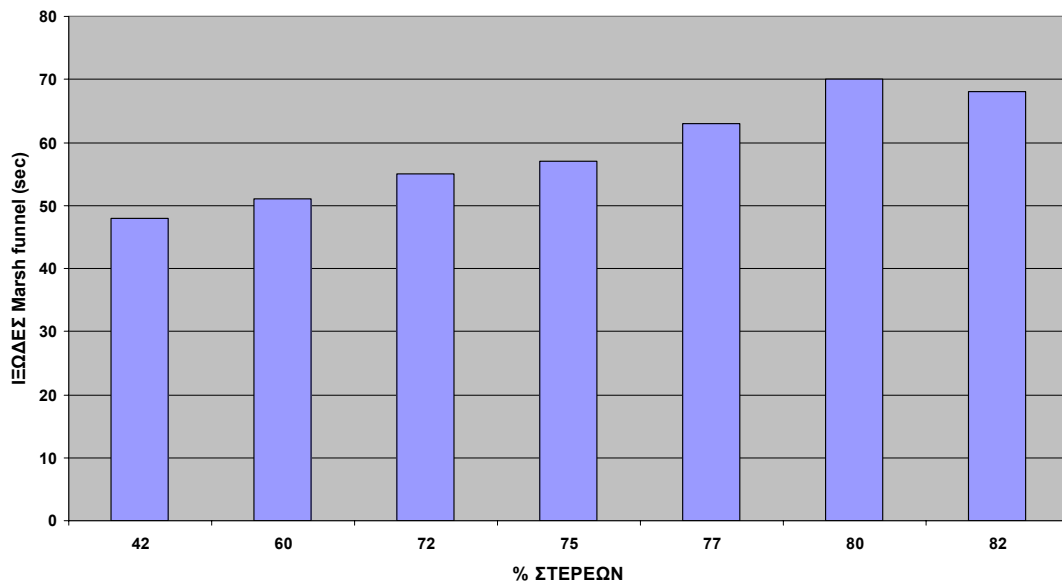


Εικόνα 55



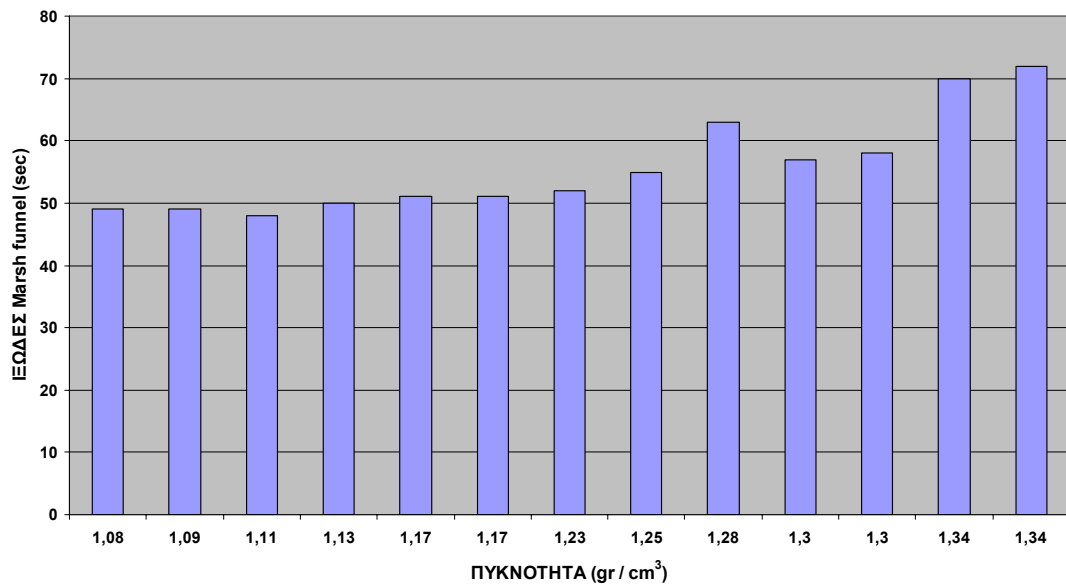
Εικόνα 56

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΙΞΟΔΟΥΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΤΕΡΕΩΝ



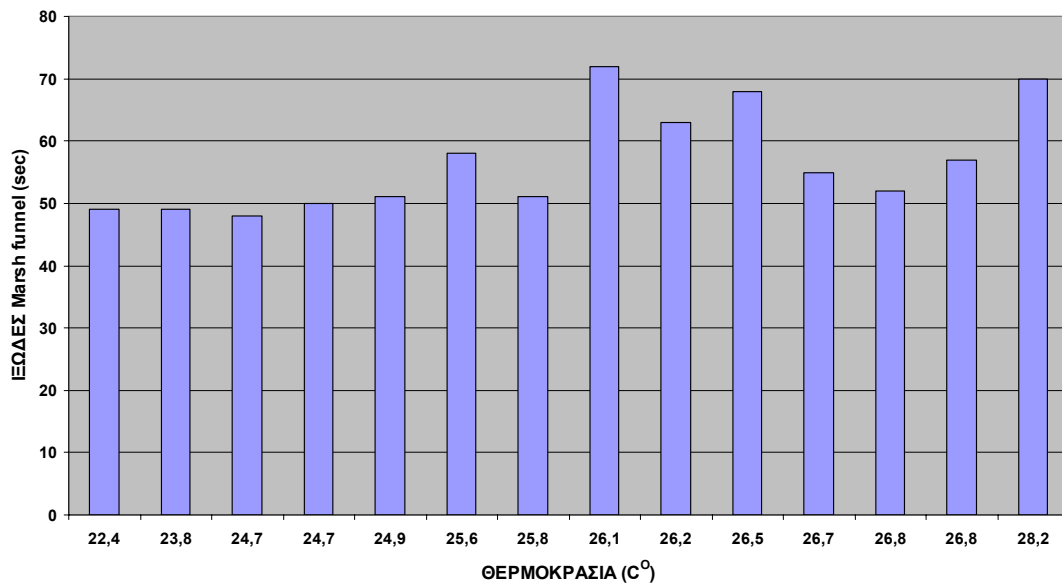
Εικόνα 57

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΙΞΟΔΟΥΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΠΟΛΤΟΥ



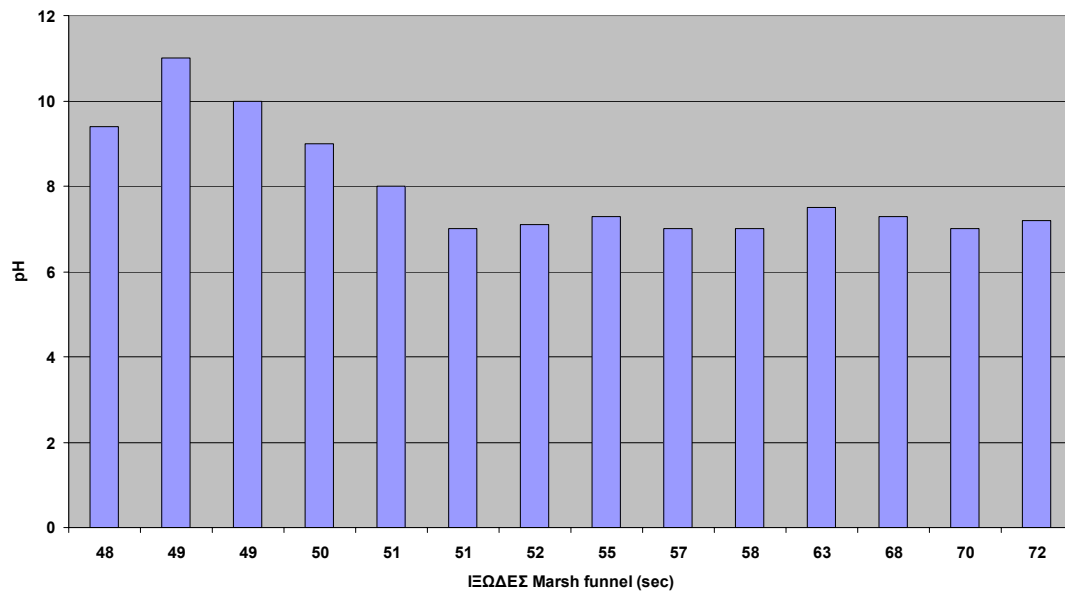
Εικόνα 58

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΙΞΩΔΟΥΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ



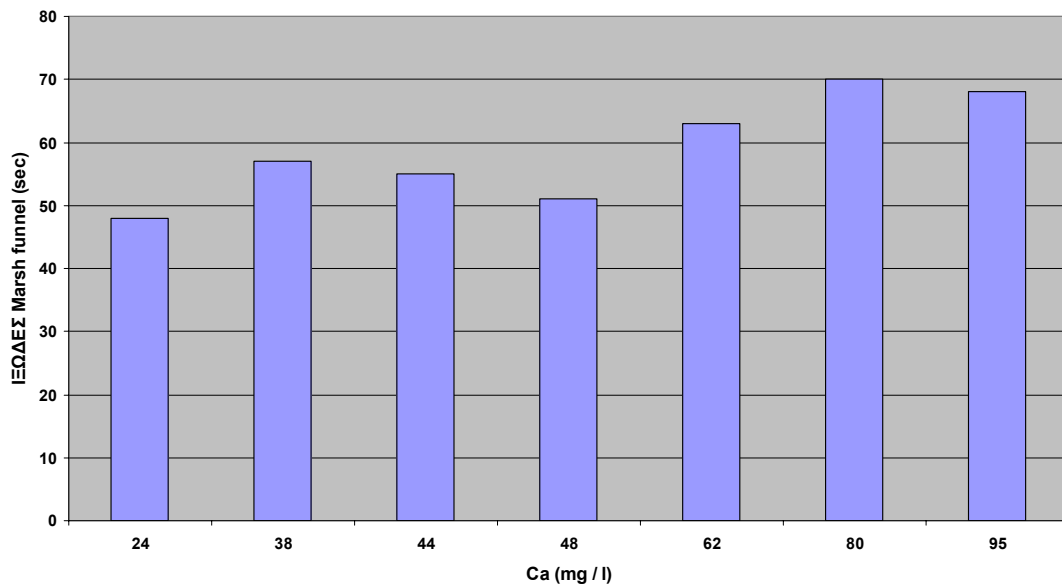
Εικόνα 59

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΙΞΩΔΟΥΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ pH



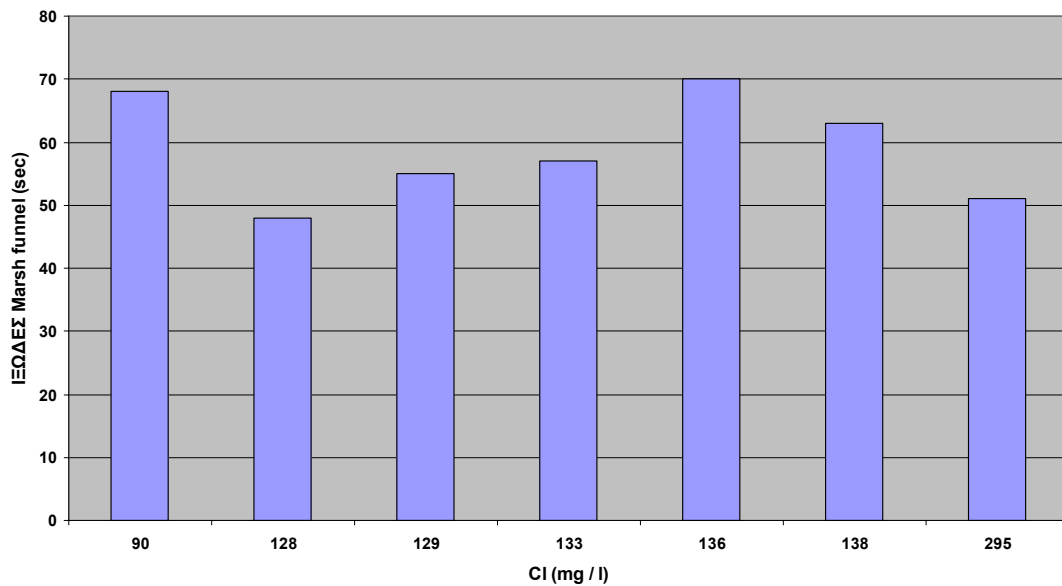
Εικόνα 60

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΙΞΩΔΟΥΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΑΣΒΕΣΤΙΟ



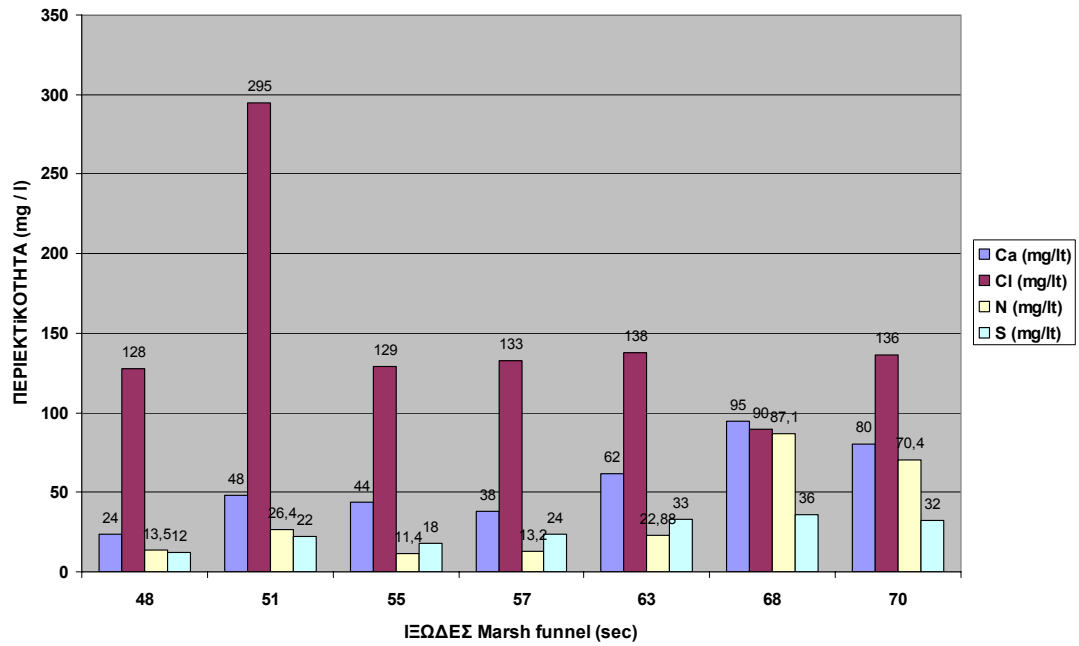
Εικόνα 61

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΙΞΩΔΟΥΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΧΛΩΡΙΟ

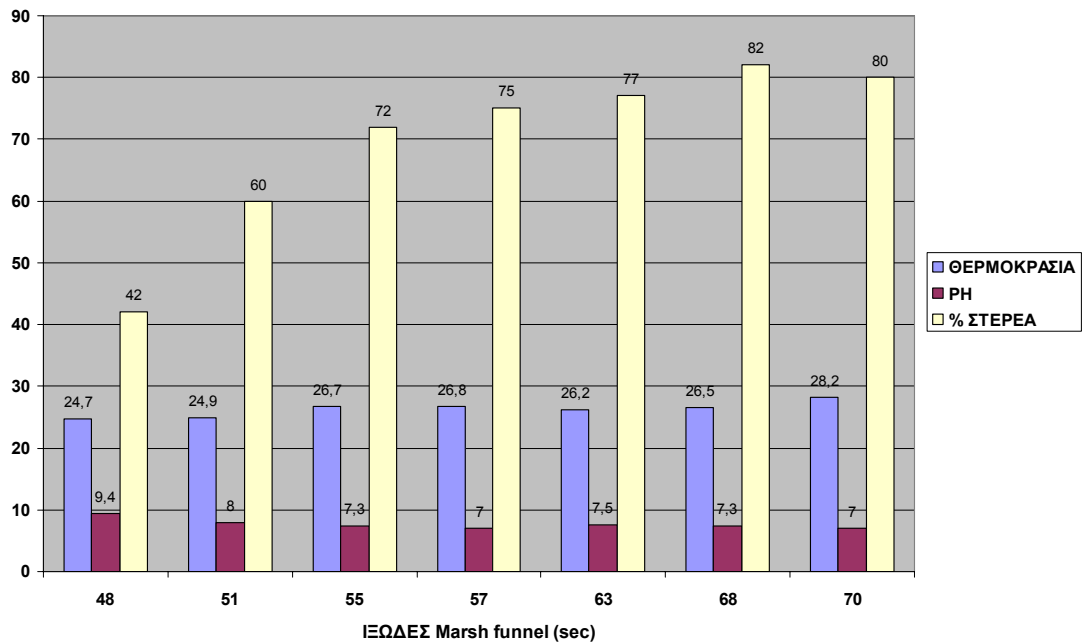


Εικόνα 62

Βελτιστοποίηση του πολλού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης



Εικόνα 63



Εικόνα 64

15.2 Συμπεράσματα για τη Γεωθερμική Γεώτρηση στο Ν. Ρυσιο

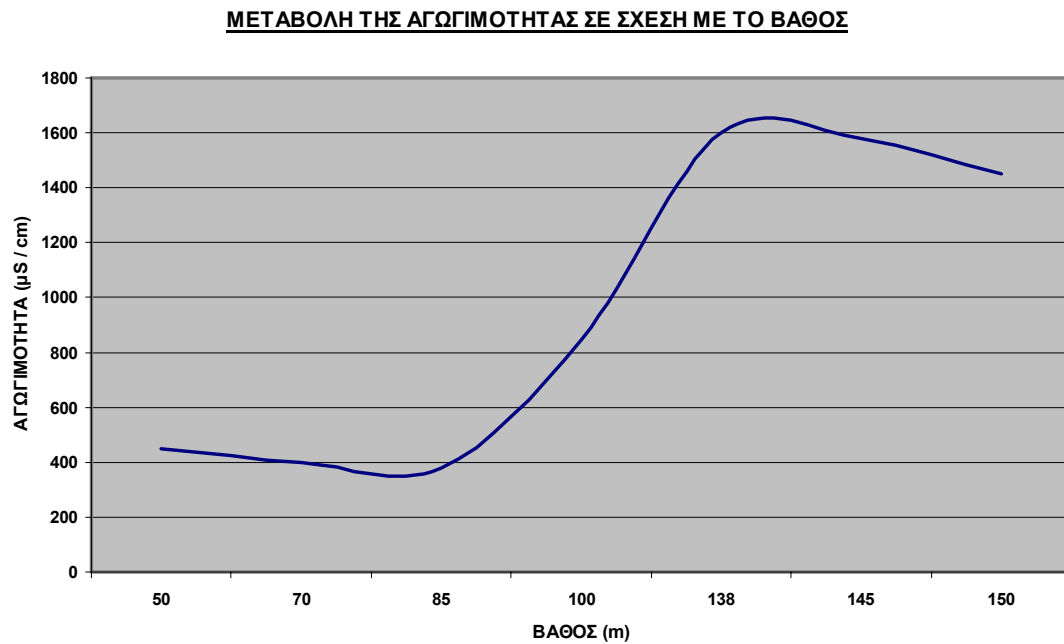
Από τις παραπάνω γραφικές παραστάσεις φαίνονται τα παρακάτω :

- Όσο προχωρούσε η διάτρηση και το βάθος της γεώτρησης μεγάλωνε, στον πολτό αυξάνονταν η θερμοκρασία του. Κάτι βέβαια που ήταν αναμενόμενο και λόγω της αύξησης της θερμικής βαθμίδας άλλα και λόγω της φύσης της γεώτρησης, που ήταν γεωθερμική.
- Παράλληλα, με την αύξηση της θερμοκρασίας του πολτού με το βάθος, αυξάνονταν και η πυκνοτητά του. Η αύξηση της πυκνότητας έρχεται σε πλήρη ταύτιση με το ποσοστό των στερεών του πολτού που ακολουθεί την αυξητική τάση της πυκνότητας.
- Η αγωγιμότητα παρουσιάζει μια πτωτική πορεία σε συνάρτηση με το βάθος, αν και η θερμοκρασία αυξάνει, γεγονός που πιθανόν να οφείλεται στη μείωση της συγκέντρωσης των διαλυμένων αλάτων.
- Το pH του πολτού είναι αλκαλικό στην αρχή, παρουσιάζοντας όμως πτωτική πορεία σε πιο ουδέτερες τιμές, αλλά πάντα μέσα στα όρια της καλής λειτουργίας του πολτού.
- Η αύξηση της θερμοκρασίας, της πυκνότητας και του ποσοστού των στερεών, όπως φαίνεται από τα διαγράμματα αλλά και όπως είναι επόμενο, οδηγούν σε αύξηση του ιξώδους. Το υψηλό ποσοστό των στερεών οδηγεί σε αύξηση της τριβής μεταξύ των σωματιδίων και επομένως σε αύξηση του ιξώδους.
- Στη διάτρηση της γεώτρησης δεν χρησιμοποιήθηκε καθόλου μπεντονίτης, για λόγους οικονομίας, αφού εξαιτίας του γεγονότος ότι το μεγαλύτερο μέρος των στρωμάτων ήταν αργιλικά, η συμπεριφορά του πολτού θα ήταν παρόμοια με αυτή αν χρησιμοποιούταν μπεντονίτης. Η διάτρηση αργίλων εισάγει στο σύστημα νέα ενεργά στερεά, αυξάνοντας με αυτόν τον τρόπο τις ελκτικές δυνάμεις, με αποτέλεσμα να έρχονται πιο κοντά και να αυξάνεται ο συνολικός αριθμός των φορτίων. Επίσης, το σπάσιμο των σωματιδίων της αργίλου εξαιτίας της δράσης του κοπτικού άκρου και των στελεχών δημιουργεί νέες υπολειμματικές δυνάμεις. Αυτές οι δυνάμεις τείνουν να ενώσουν τα σωματίδια σε μη οργανωμένες μορφές συσσωματωμάτων. Το

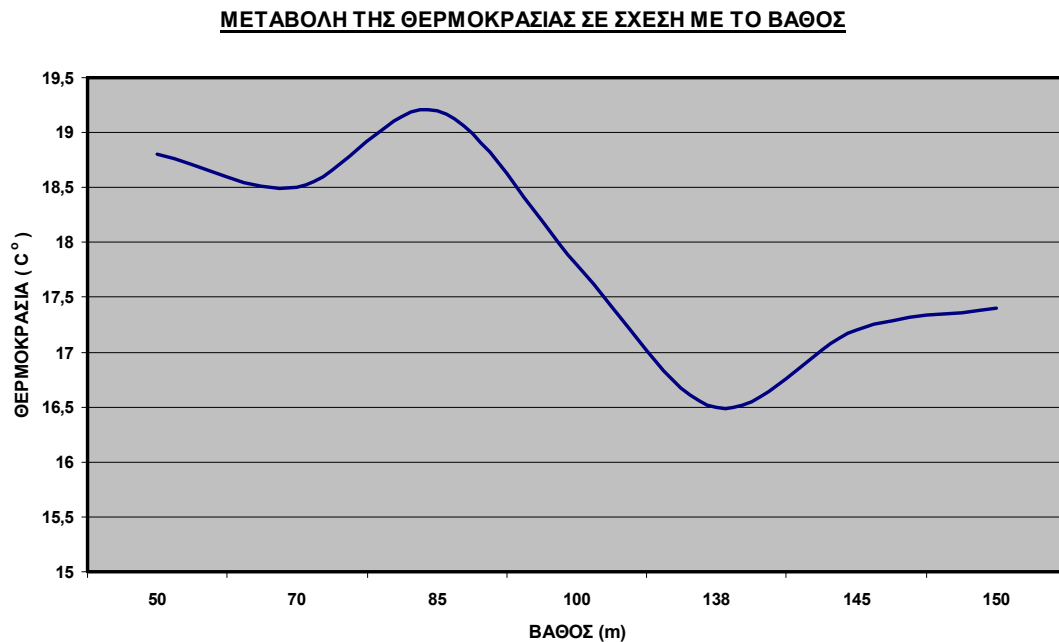
γεγονός αυτό είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του yield point, δηλαδή την μέτρηση των ηλεκτροχημικών ή των ελκτικών δυνάμεων του πολτού. Αύξηση του yield point συνεπάγεται αύξηση του ιξώδους.

- Η αύξηση του yield point οδηγεί στην αύξηση του gel strength. Το gel strength αποτελεί ένα μέτρο των ελκτικών δυνάμεων των σωματιδίων του πολτού κάτω από στατικές συνθήκες, δηλαδή κάτω από συνθήκες μη ροής, ενώ το yield point από την άλλη μεριά είναι ένα μέτρο των ελκτικών δυνάμεων κάτω από συνθήκες ροής.
- Η παρουσία του ασβεστίου και του χλωρίου, στοιχεία τα οποία επηρεάζουν τον πολτό διάτρησης με μείωση του ιξώδους, φαίνεται ότι βρίσκονται σε τέτοιες συγκεντρώσεις που να μην είναι ικανές να επηρεάσουν το ιξώδες του πολτού.
- Σε περίπτωση που ήταν απαραίτητη η μείωση της πυκνότητας του πολτού και κατά συνέπεια η μείωση του ιξώδους, το πρόβλημα θα αντιμετωπιζόταν με τους εξής τρόπους : 1) Με διάλυση με προσθήκη μεγαλύτερης ποσότητας νερού για τη διάλυση της συγκέντρωσης των στερεών. 2) Με δονούμενα κόσκινα. Ο πολτός διέρχεται από δονούμενα κόσκινα με αποτέλεσμα να απομακρύνονται τα μεγαλύτερα σε μέγεθος στερεά. 3) Με τη χρησιμοποίηση κεντρόφυγας. Αυτές οι συσκευές διαχωρίζουν μηχανικά τα στερεά ανάλογα με το μέγεθος και τη μάζα τους. 4) Απομονωτές άμμου. Αυτές οι συσκευές απομακρύνουν μηχανικά τα στερεά ή την άμμο από τον πολτό, με συνέπεια τη μείωση της συγκέντρωσης των στερεών. 5) Με την προσθήκη χημικών όπως ταννίνης, λιγνίνης, σύνθετων φωσφορικών, κτλ. Με την προσθήκη αυτών των χημικών οι ελκτικές δυνάμεις εξουδετερώνονται, με αποτέλεσμα τα στερεά να απωθούν το ένα το άλλο.
- Στη συγκεκριμένη γεώτρηση δεν υπήρχε η ανάγκη προσθήκης υλικών για την αύξηση της πυκνότητας του πολτού. Ανεξάρτητα όμως από τη διάτρηση αργιλικών σχηματισμών, η χρησιμοποίηση του μπεντονίτη είναι επιβεβλημένη σε όλες τις γεωτρήσεις, τόσο γιατί αυξάνονται οι λειτουργικές ικανότητες του πολτού όσο και γιατί μπορούν να ελεγχθούν καλύτερα οι ρεολογικές ιδιοτητές του.

15.3 Γεώτρηση στα Κύμينا

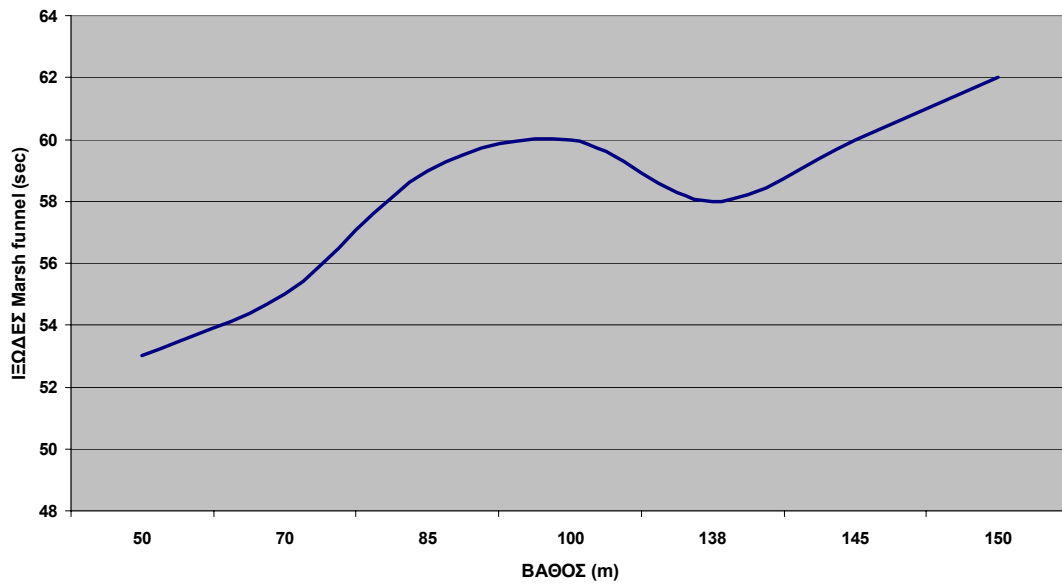


Εικόνα 65



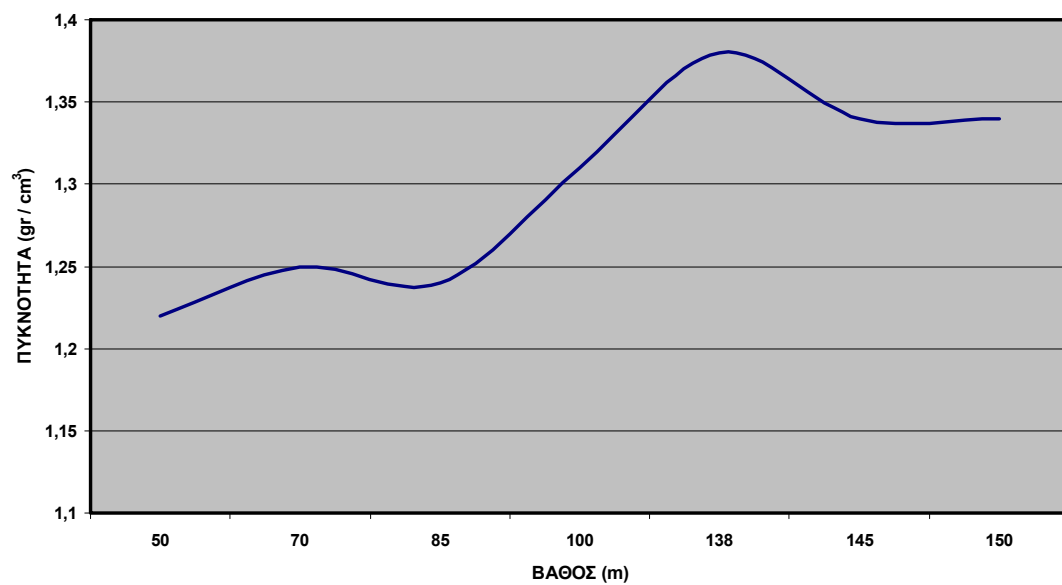
Εικόνα 66

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΙΞΩΔΟΥΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΒΑΘΟΣ



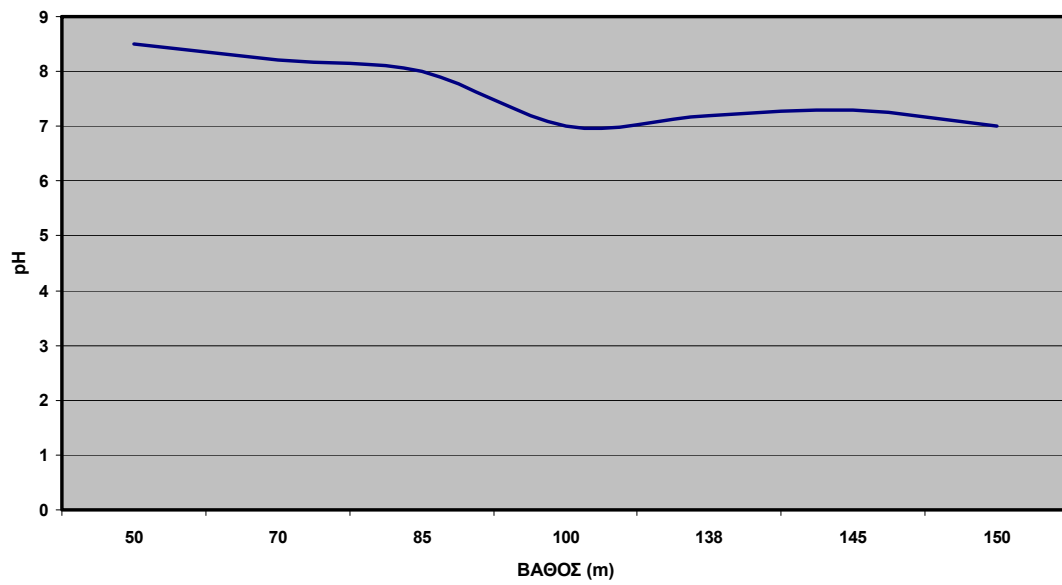
Εικόνα 67

ΜΕΤΒΟΛΗ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΒΑΘΟΣ



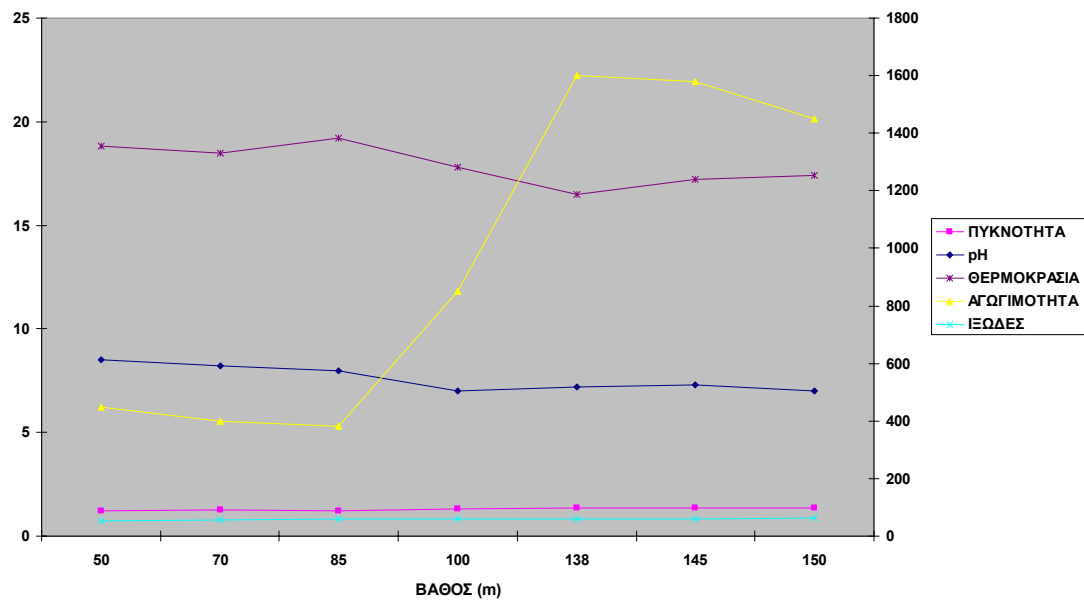
Εικόνα 68

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΡΗ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΒΑΘΟΣ

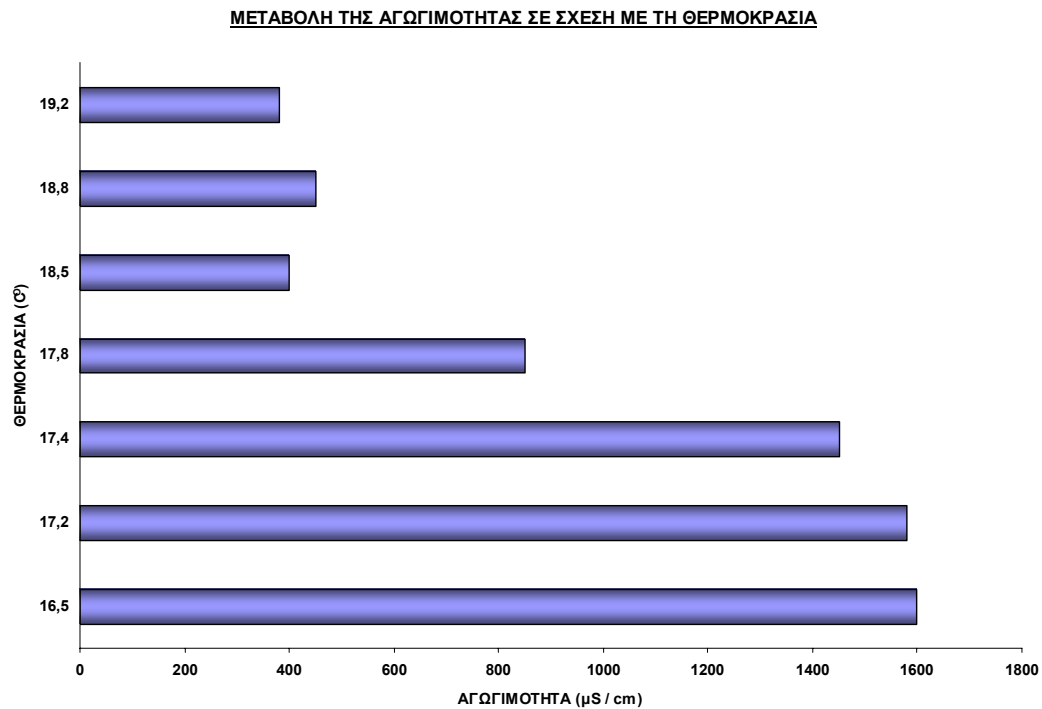


Εικόνα 69

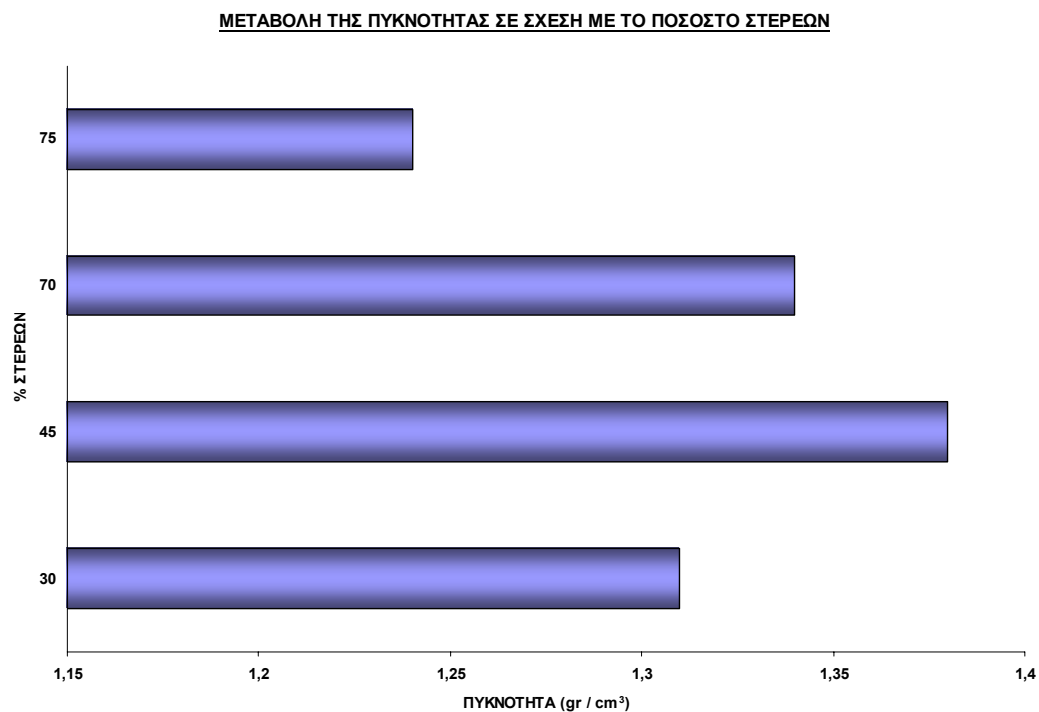
ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΒΑΘΟΣ



Εικόνα 70

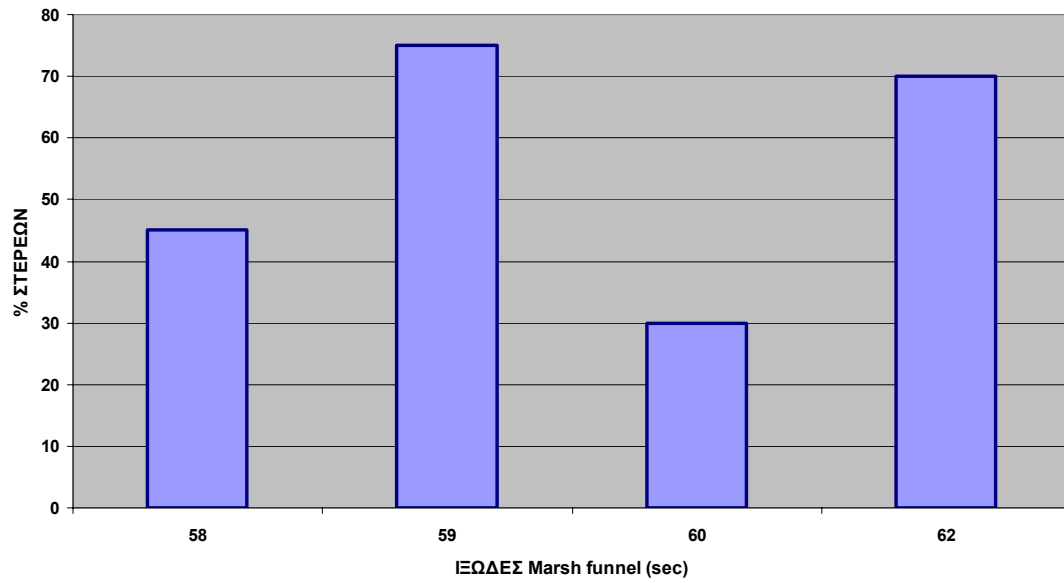


Εικόνα 71



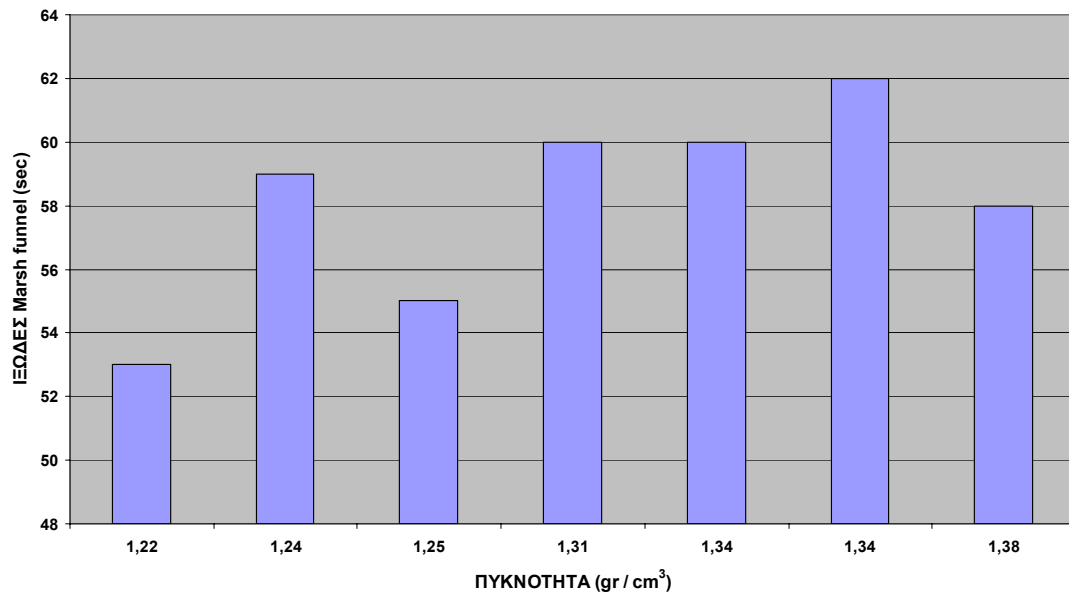
Εικόνα 72

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΙΞΩΔΟΥΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΤΕΡΕΩΝ



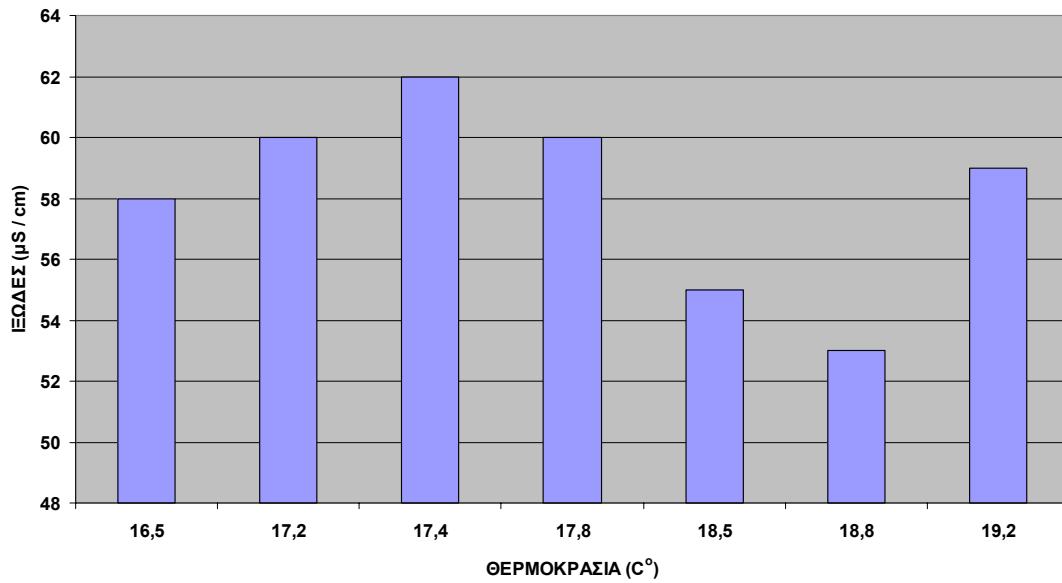
Εικόνα 73

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΙΞΩΔΟΥΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΠΟΛΤΟΥ



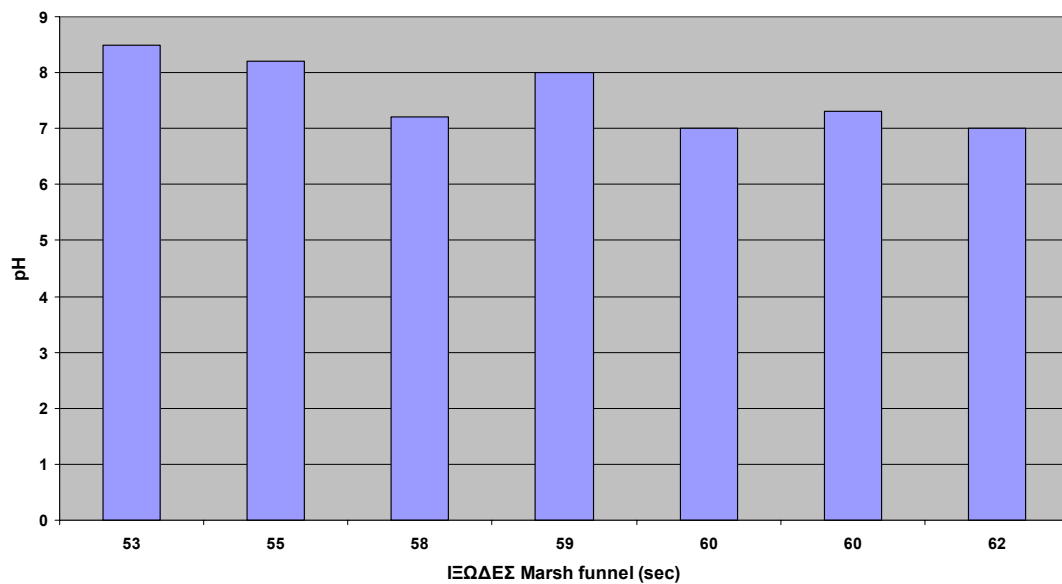
Εικόνα 74

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΙΞΩΔΟΥΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ



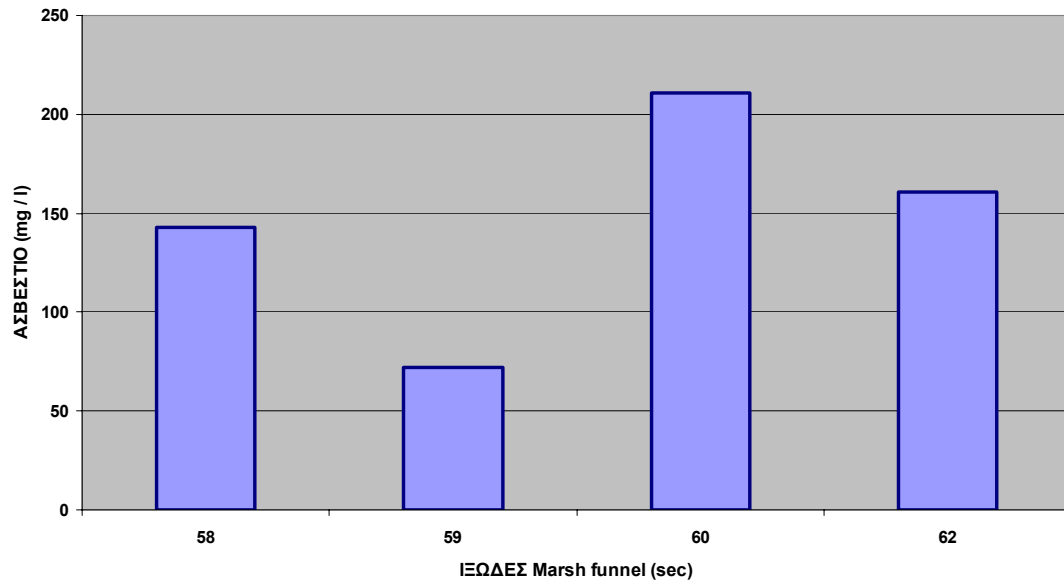
Εικόνα 75

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΙΞΩΔΟΥΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΡΗ



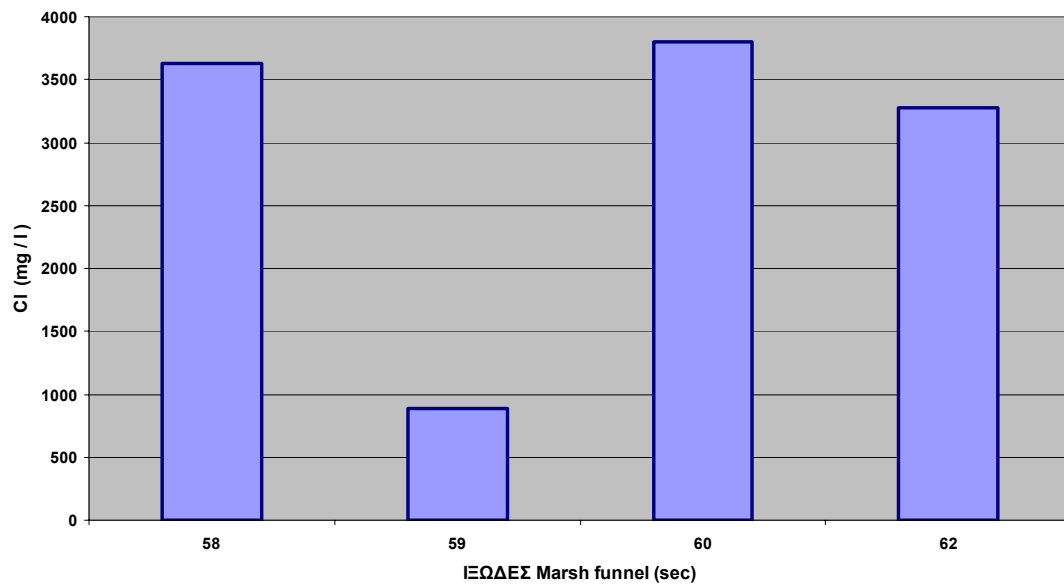
Εικόνα 76

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΙΞΩΔΟΥΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ



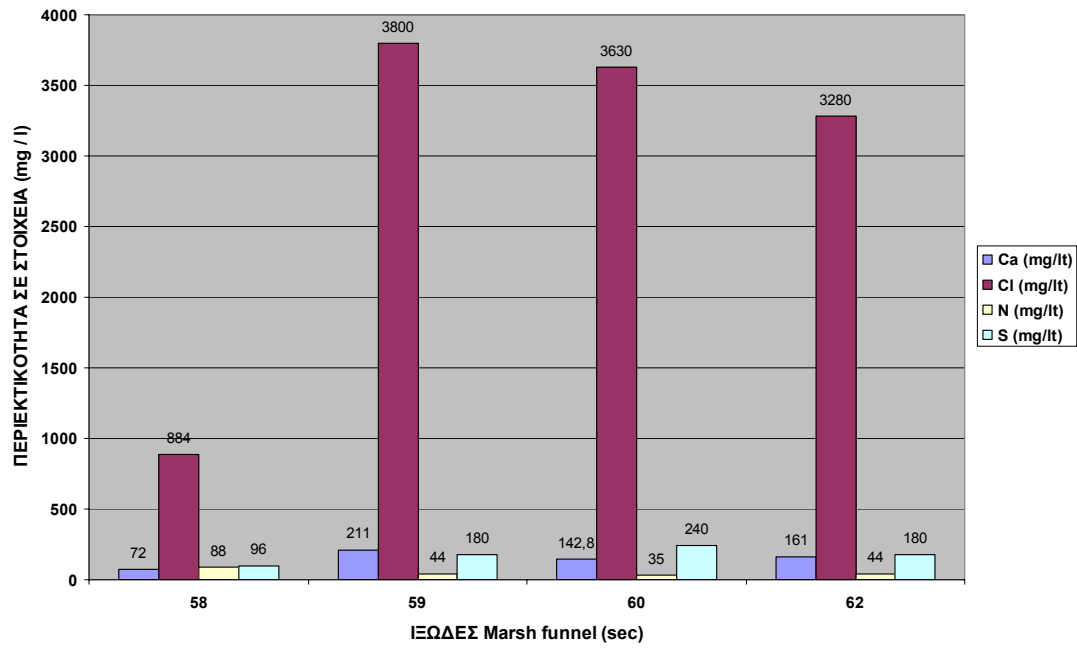
Εικόνα 77

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΙΞΩΔΟΥΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΧΛΩΡΙΟ

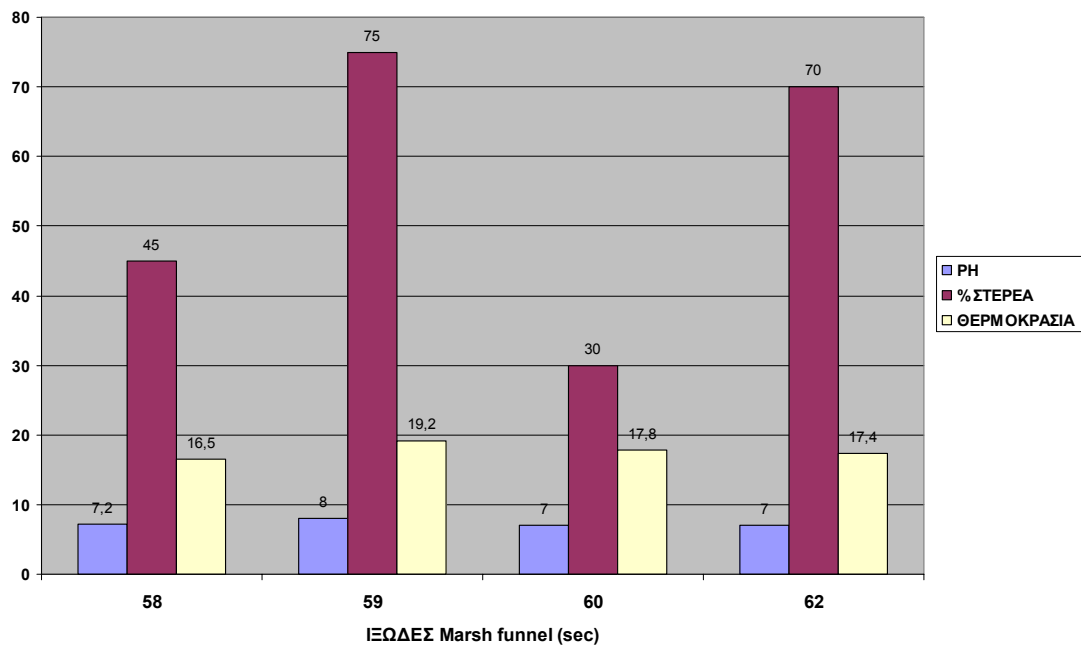


Εικόνα 78

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης



Εικόνα 79



Εικόνα 80

15.4 Συμπεράσματα για την Υδρογεώτρηση στα Κύμينا

Από τις παραπάνω γραφικές παραστάσεις φαίνονται τα παρακάτω :

- Όσο προχωρούσε η διάτρηση και το βάθος της γεώτρησης, η θερμοκρασία του πολτού μειώνονταν. Η μείωση πιθανόν οφείλεται στην εισροή νερού μέσα στη γεώτρηση από τους υδροφόρους.
- Παράλληλα, με την αύξηση του βάθους αυξάνονταν η πυκνότητα του πολτού.
- Η αγωγιμότητα παρουσιάζει μια αυξητική πορεία σε συνάρτηση με το βάθος, αν και η θερμοκρασία μειώνεται, αυτό πιθανόν να οφείλεται στην αύξηση της συγκέντρωσης των διαλυμένων αλάτων.
- Το pH του πολτού παρουσιάζεται σταθερό με ουδέτερες τιμές, και μέσα στα όρια τις καλής λειτουργίας του πολτού.
- Οι συγκεντρώσεις του ασβεστίου και του χλωρίου δεν μετέβαλαν τις ιδιότητες του πολτού με τον μπεντονίτη, ώστε να οδηγήσουν σε μείωση του ιξώδους.
- Το ιξώδες του πολτού αυξάνεται με το βάθος λόγω της αύξησης της πυκνότητας. Για να μπορέσει να διατηρηθεί η πυκνότητα σε ικανοποιητικές τιμές και κατά συνέπεια και το ιξώδες, ούτως ώστε ο πολτός να εκτελεί της λειτουργίες του, δηλαδή τη μεταφορά των τριμμάτων και τη δημιουργία κρούστας στα τοιχώματα της γεώτρησης, χρησιμοποιήθηκε μπεντονίτης.
- Με τη χρησιμοποίηση του μπεντονίτη, παρόλο που τα στρώματα της γεώτρησης αποτελούνταν κυρίως από άμμο, χαλίκια, κροκάλες και μάργα, οι πλάκες της αργίλου διασπέρνονται και ενυδατώνονται δίνοντας το κατάλληλο ιξώδες και την κατάλληλη δημιουργία ζελατίνης, με αποτέλεσμα την αιώρηση και την μεταφορά των τριμμάτων στην επιφάνεια.
- Με τη χρησιμοποίηση του μπεντονίτη οι ρεολογικές ιδιότητες του πολτού ελέγχονταν ανά πάσα στιγμή και μπορούσε επομένως να αποφασισθεί πότε και ποια ποσότητα μπεντονίτη είναι απαραίτητη να προστεθεί για τη σωστή λειτουργία του πολτού.

15.5 Τελικά Συμπεράσματα

- Η σύνθεση του πολτού διάτρησης εξαρτάται από τις απαιτήσεις της συγκεκριμένης επιχείρησης διάτρησης. Οι γεωτρήσεις που γίνονται σε διαφορετικού τύπου σχηματισμούς απαιτούν και διαφορετικό τύπο ρευστών. Διάφοροι παράγοντες, όπως οικονομικοί, η μόλυνση, το διαθέσιμο νερό, η πίεση, η θερμοκρασία και πολλοί άλλοι είναι σημαντικοί για την επιλογή του κατάλληλου ρευστού διάτρησης.
- Οι άργιλοι εξυπηρετούν ένα διπλό σκοπό : πρώτα παρέχουν το κατάλληλο ιξώδες στο διατρητικό ρευστό και ύστερα, φράζουν τα τοιχώματα της γεώτρησης, έτσι ώστε το ρευστό που κυκλοφορεί να μη χάνεται στους διαπερατούς σχηματισμούς που διατρήνονται. Η απομάκρυνση των τριμμάτων από τη γεώτρηση είναι μια από τις πιο σημαντικές λειτουργίες των ρευστών διάτρησης
- Η πιο σημαντική και πιο συνηθισμένη άργιλος που χρησιμοποιείται είναι ο μπεντονίτης. Στο γλυκό νερό, τα στρώματα των σωματιδίων του μπεντονίτη απορροφούν νερό και διογκώνονται, μέχρι το σημείο που οι δυνάμεις που τα συγκρατούν αρχίζουν να εξασθενούν, με αποτέλεσμα κάθε ένα από τα στρώματα να αρχίζουν να διαχωρίζονται μεταξύ τους. Αυτός ο διαχωρισμός είναι γνωστός ως διασπορά. Ο μπεντονίτης προστίθεται στον πολτό για να αυξήσει το ιξώδες και την ικανότητα δημιουργίας gel, με αποτέλεσμα την καλύτερη αιώρηση και την αύξηση της ικανότητας μεταφοράς τριμμάτων. Ο μπεντονίτης βελτιώνει επίσης τη διήθηση και τις ιδιότητες της κρούστας του πολτού.
- Το ιξώδες του πολτού διάτρησης εξαρτάται από την συγκέντρωση, την ποιότητα και την διασπορά των αιωρούμενων στερεών
- Ο πολτός πρέπει να επεξεργάζεται και να προστίθενται υλικά, τα οποία αυξάνουν την πυκνότητα του ή θα τον αραιώνουν, ανάλογα με την περίπτωση και τις ανάγκες διάτρησης.
- Με τους αραιωτές μπορεί να ελεγχθεί το ιξώδες χωρίς τη χρησιμοποίηση μεγάλων ποσοτήτων νερού ως διαλύτη, που σε άλλη περίπτωση κάτι τέτοιο θα ήταν απαραίτητο.

Βελτιστοποίηση του πολτού διάτρησης στις γεωτρήσεις. Μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων στις παραγωγικές γεωτρήσεις Ν. Ρυσίου και Κυμίνων Θεσσαλονίκης

- Η χρησιμοποίηση του μπεντονίτη είναι επιβεβλημένη σε όλες τις γεωτρήσεις, τόσο γιατί αυξάνονται οι λειτουργικές ικανότητες του πολτού όσο και γιατί μπορούν να ελεγχθούν καλύτερα οι ρεολογικές ιδιότητες του πολτού διάτρησης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- «ΓΕΩΠΕΡΕΥΝΑ Ο.Ε.», Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Υδρογεώτρησης Στα Κύμينا, 2004.
- Γεωργακόπουλος Α., Στοιχεία Κοιτασματολογίας Πετρελαίου, Τμήμα Εκδόσεων, Πανεπιστημιακό Τυπογραφείο, 1998 – 1999.
- Δαλαμπάκη Π., Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Γεωθερμικών Γεωτρήσεων Εκμετάλλευσης Και Επαναεισαγωγής στο Γ/Π Ν. Ρυσίου Ν. Θεσσαλονίκης, 2001.
- Φυτίκας Μ., Τεχνική Γεωτρήσεων, Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Πανεπιστημιακό Τυπογραφείο, 1998.
- API RP-13B : "Standard Procedure for Testing Drilling Fluid." April, 1969.
- C. Craft, W. R. Holden, and E. D. Graves. WELL DESIGN : DRILLING AND PRODUCTION. Prentice Hall, Inc. 1962.
- C. E. Williams, Jr. and G. H. Bruce. "carrying capacity of drilling muds." PETROLEUM TRANSACTIONS, AIME. V. 192. 1951.
- Chilsom, Fred and Kohen, Sam : Measurement of Plastic Flow Properties of Drilling Mud. Petroleum Engineer, April 1954.
- Cox, Tom E. and Pflieger, K. A. : How Recently Developed Tests Are Improving Drill – Mud Control. API, Shreveport, La., Feb. 24 -26, 1965.
- Hamilton R. W.: Where To Use Well Logs – And What They Tell You.
- Melrose, J. C. and Lilienthal, W. B. : Plastic Flow Properties of Drilling Fluid – Measurement and Application. Petroleum Transaction. 1951.
- P. J. Becker. "Emulsions : Theory and Practice", New York, Rheinold Publishing Corp. , 1952.
- P. L. Moore. "Pressure Surges and Their Effect on Hole Conditions." THE OIL AND GAS JOURNAL. December 13, 1962.
- R. E. Walker. "Practical Oil Field Rheology." Spring Meeting Of Southern District Division Of Production, API. March 4-6, 1964.
- R. J. S. Piggot. "Mud Flow in Drilling." DRILLING AND PRODUCTION PRACTICE. API, 1942.
- Rogers, W. F.: Composition and Properties of Oil Well Drilling Fluids, Third Edition.

- Stearns, G. M.: "Rotary Drilling Fluid Functions." Oil and gas journal, dec.23, 1943.
- University of Texas, Department of Extension : Principles of Drilling Mud Control, Twelfth Edition.
- Williams, M. : Radial Filtration of Drilling Muds. AIME, Petroleum Transactions, 1940.
- Williams, M. and Cannon, G.E. : Evaluation of Filtration Properties of Drilling Muds. API, Drilling and Production Practice, 1938.
- W. F. Rogers, "Composition and Properties of Oil Well Drilling Fluids", pp. 531-561, Houston, Texas, Gulf Publishing Co. , 1963.