



Αριστοτέλειο
Πανεπιστήμιο
Θεσσαλονίκης



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

*« Ευστάθεια Γεωτρήσεων Πετρελαίου και Φυσικού Αερίου
συναρτήσεως Γεωλογικών Παραμέτρων »*



ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΞΑΝΘΟΠΟΥΛΟΥ

ΑΕΜ: 5019

Επιβλέπων Καθηγητής: Γεωργακόπουλος Ανδρέας

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ – ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2017



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	04
----------------------	-----------

ΜΕΡΟΣ 1^ο

Γενικά στοιχεία για τις Γεωτρήσεις, Ευσταθείς – Ασταθείς γεωτρήσεις.....	06
---	-----------

Κεφάλαιο 1.1: Ορισμός της γεώτρησης, ο σκοπός των γεωτρήσεων, τα είδη της διάτρησης, τα στελέχη του γεωτρύπανου.....	06
--	----

Κεφάλαιο 1.2: Ορισμός ευσταθούς- ασταθούς γεώτρησης, οι κατηγορίες ασταθούς γεώτρησης, οι αιτίες της αστάθειας μιας γεώτρησης.....	12
--	----

Κεφάλαιο 1.3: Ορισμός Σωλήνωσης, οι κατηγορίες των σωληνώσεων, ο ρόλος των σωληνώσεων στις γεωτρήσεις.....	15
--	----

Κεφάλαιο 1.4: Η διαδικασία της τσιμέντωσης και ο ρόλος της στις γεωτρήσεις.....	20
---	----

ΜΕΡΟΣ 2^ο

Τα Διατρητικά Ρευστά σε μια γεώτρηση, Γεωλογικές – Μηχανικές Παράμετροι αστάθειας μιας γεώτρησης.....	23
--	-----------

Κεφάλαιο 2.1 : Τα διατρητικά ρευστά και ο ρόλος τους στις γεωτρήσεις.....	23
---	----

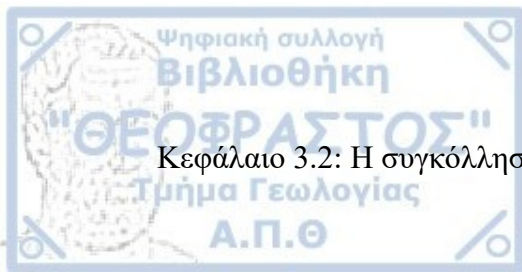
Κεφάλαιο 2.2: Η αστάθεια μιας γεώτρησης και η σχέση της με γεωλογικές παραμέτρους, τα κριτήρια συσσώρευσης υδρογονανθράκων.....	30
---	----

Κεφάλαιο 2.3: Οι μηχανολογικές και χημικές παράμετροι της αστάθειας μιας γεώτρησης.....	34
---	----

ΜΕΡΟΣ 3^ο

Οι συνέπειες της αστάθειας μιας γεώτρησης και η αντιμετώπισή τους.....	36
---	-----------

Κεφάλαιο 3.1 : Η απώλεια της κυκλοφορίας του ρευστού και η αντιμετώπισή του...	36
--	----



Κεφάλαιο 3.2: Η συγκόλληση του σωλήνα και η αντιμετώπισή του.....	40
---	----

ΜΕΡΟΣ 4^ο

Τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση της ευστάθειας μιας γεώτρησης.....	44
--	----

Κεφάλαιο 4.1 : Τα μοντέλα και οι απαιτούμενες πληροφορίες για την ανάλυση της ευστάθειας της γεώτρησης πριν τη διάτρηση.....	44
--	----

Κεφάλαιο 4.2: Τα μοντέλα, οι απαιτούμενες πληροφορίες και οι μετρήσεις MWD κατά τη διάρκεια της διάτρησης.....	45
--	----

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	49
--------------------------	-----------

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	51
--------------------------	-----------

ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	51
----------------------	-----------

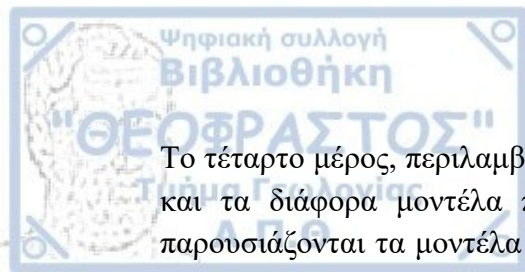
ΠΗΓΕΣ.....	52
-------------------	-----------

Η εργασία αυτή, έχει ως θέμα την Ευστάθεια των Γεωτρήσεων Πετρελαίου και Φυσικού Αερίου συναρτήσει των Γεωλογικών Παραμέτρων. Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας, είναι να διερευνηθεί πότε μια γεώτρηση πετρελαίου και φυσικού αερίου είναι ευσταθής, ποιοι παράγοντες συμβάλλουν στην ευστάθεια κατά την πραγματοποίηση της γεώτρησης και ποιος είναι ο ρόλος των γεωλογικών σχηματισμών που συναντώνται κατά την εκτέλεσή της.

Η παρούσα πτυχιακή, διαιρείται σε τέσσερα μέρη. Το πρώτο μέρος, περιέχει γενικές πληροφορίες για τις γεωτρήσεις και αναλύεται πότε μια γεώτρηση είναι ευσταθής και πότε ασταθής. Παρουσιάζονται αναλυτικά, ο ορισμός και ο σκοπός της γεώτρησης, τα διαφορετικά είδη διάτρησης που υπάρχουν, καθώς και τα στελέχη του γεωτρώπανου. Επίσης, ορίζονται και αναλύονται οι ευσταθείς και ασταθείς γεωτρήσεις, οι αιτίες που δημιουργούν την αστάθεια σε μια γεώτρηση, καθώς και οι διάφορες κατηγορίες ασταθούς γεώτρησης που υπάρχουν. Επιπλέον, γίνεται αναφορά στη σωλήνωση και το ρόλο που έχει κατά την πραγματοποίηση της γεώτρησης, καθώς επίσης και στις διαδικασίες της τσιμέντωσης.

Στο δεύτερο μέρος, εξετάζονται αναλυτικά τα διατρητικά ρευστά που χρησιμοποιούνται κατά την εκτέλεση της γεώτρησης και οι γεωλογικές και μηχανικές παράμετροι της αστάθειας μιας γεώτρησης. Συγκεκριμένα, πραγματοποιείται εκτενής αναφορά στις διάφορες κατηγορίες των διατρητικών ρευστών, τα οποία χρησιμοποιούνται κατά την εκτέλεση της γεώτρησης, καθώς και στο ρόλο που έχουν στη διεκπεραίωση της όλης διαδικασίας. Επίσης, αναλύεται η σχέση των γεωλογικών παραμέτρων και της αστάθειας μιας γεώτρησης, ο ρόλος των πετρωμάτων και των γεωλογικών δομών που συναντώνται κατά την πραγματοποίησή της, καθώς και τα κριτήρια συσσώρευσης των υδρογονανθράκων. Επιπλέον, εξετάζονται οι μηχανολογικές και χημικές παράμετροι αστάθειας μιας γεώτρησης, με αναφορά στις τάσεις και τις χημικές ιδιότητες των γεωλογικών σχηματισμών αντίστοιχα.

Στο τρίτο μέρος, γίνεται η περιγραφή των συνεπειών που είναι δυνατό να επιφέρει η αστάθεια σε μια γεώτρηση, καθώς επίσης παρουσιάζονται και οι τρόποι με τους οποίους αντιμετωπίζονται τα διάφορα προβλήματα. Ειδικότερα, δίνεται έμφαση, στην απώλεια της κυκλοφορίας του διατρητικού ρευστού και στους τρόπους αντιμετώπισής του, αλλά και στη συγκόλληση του σωλήνα και στους αντίστοιχους τρόπους αντιμετώπισης.



Το τέταρτο μέρος, περιλαμβάνει την ανάλυση της ευστάθειας μιας γεώτρησης, καθώς και τα διάφορα μοντέλα που χρησιμοποιούνται για αυτόν τον σκοπό. Αρχικά, παρουσιάζονται τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται και οι απαιτούμενες πληροφορίες για την ανάλυση της ευστάθειας, πριν τη διαδικασία της διάτρησης. Στη συνέχεια, γίνεται αναφορά στα μοντέλα, στις απαιτούμενες πληροφορίες και στις μετρήσεις MWD, κατά τη διάρκεια της διάτρησης.

Ανακεφαλαιώνοντας, παρουσιάζονται κάποια συμπεράσματα σχετικά με τη σημασία του ελέγχου των γεωλογικών οριζόντων, καθώς και την αναγκαιότητα επιλογής του κατάλληλου μηχανολογικού εξοπλισμού, ώστε να διεξαχθεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο η διαδικασία της διάτρησης.

Η εργασία αυτή ολοκληρώνεται με την παρουσίαση της σχετικής βιβλιογραφίας, η οποία αποτέλεσε χρήσιμο οδηγό για τη συγγραφή της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Εκφράζω ιδιαίτερες ευχαριστίες στον κύριο Ανδρέα Γεωργακόπουλο, Καθηγητή του τομέα Ορυκτολογίας – Πετρολογίας - Κοιτασματολογίας του τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτέλειου Πανεπιστήμιου Θεσσαλονίκης, για τη σημαντική του συμβολή στην επίβλεψη της πτυχιακής εργασίας.

ΜΕΡΟΣ 1^ο: Γενικά στοιχεία για τις γεωτρήσεις, Ευσταθείς – Ασταθείς γεωτρήσεις.

Κεφάλαιο 1.1: Ορισμός της γεώτρησης, ο σκοπός των γεωτρήσεων, τα είδη της διάτρησης, τα στελέχη του γεωτρύπανου.

Η γεώτρηση, ορίζεται ως η οπή, η οποία είναι είτε κεκλιμένη είτε κατακόρυφη, με κυκλική διάμετρο, που ορύσσεται στο υπέδαφος, χρησιμοποιώντας τον κατάλληλο εξοπλισμό και τα απαραίτητα μηχανήματα. Οι γεωτρήσεις πραγματοποιούνται, με σκοπό να ερευνηθούν και να αναγνωρισθούν πετρώματα που βρίσκονται βαθύτερα, καθώς και να αναζητηθούν κοιτάσματα ορυκτών πρώτων υλών, για παράδειγμα κοιτάσματα πετρελαίου και φυσικού αερίου, με στόχο την ενδεχόμενη εκμετάλλευσή τους. Το βάθος στο οποίο δύναται να φτάσει μια γεώτρηση ώστε να ερευνηθεί το υπέδαφος, είναι τα 2000 μέτρα για κοιτάσματα μεταλλευμάτων και τα 7500 μέτρα για τα κοιτάσματα πετρελαίου και φυσικού αερίου. Το τελικό δείγμα που λαμβάνεται και αποτελεί και το αποτέλεσμα της εκτέλεσης της γεώτρησης, ονομάζεται πυρήνας. Ο πυρήνας, έχει κυλινδρική μορφή και η σύστασή του, αποτελείται από τους σχηματισμούς που διατρύονται κατά τη γεώτρηση.

Οι γεωτρήσεις, κατανέμονται σε τρεις ξεχωριστές κατηγορίες, ανάλογα με τον σκοπό για τον οποίο εκτελούνται: ¹*Τις ερευνητικές γεωτρήσεις, τις γεωτρήσεις αναζήτησης και τις γεωτρήσεις αναγνώρισης.* Οι ερευνητικές γεωτρήσεις είναι εκείνες οι οποίες συμβάλλουν, ώστε να επεξηγηθούν κάποιοι προβληματισμοί, σχετικά με τη γεωλογική δομή του υπεδάφους σε περιοχές ανεξερεύνητες ή καθόλου ερευνημένες. Συγκεκριμένα, βοηθούν στην εξήγηση των τεκτονικών συνθηκών που υπάρχουν στο υπέδαφος, στην εξερεύνηση περιοχών που ενδείκνυνται για μεταλλοφορία ή περιοχών με συγκεκριμένη μεταλλοφορία. Έτσι, ανάλογα με το βάθος στο οποίο μπορούν να φτάσουν, αλλά και με τον σκοπό για τον οποίο πραγματοποιούνται, αυτές μπορούν να ταξινομηθούν στις εξής υποκατηγορίες: Βασικές γεωτρήσεις, γεωτρήσεις χαρτογράφησης και γεωτρήσεις δομής.

Οι γεωτρήσεις αναζήτησης, αποτελούν τη δεύτερη κατηγορία γεωτρήσεων. Με τις γεωτρήσεις αυτές, επιτυγχάνεται ο εντοπισμός των συγκεντρώσεων των ορυκτών πρώτων υλών σε μια περιοχή έρευνας, που μπορούν να εκμεταλλευθούν. Ανάλογα με τις τεχνικοοικονομικές συνθήκες που επικρατούν, στο στάδιο αυτό, οργανώνονται κάποια προγράμματα αναζήτησης, στα οποία καθορίζονται πόσες θα είναι οι γεωτρήσεις, σε ποιες θέσεις θα εκτελεστούν και σε ποιο βάθος. Στην κατηγορία αυτή, ανήκουν και οι δειγματοληπτικές γεωτρήσεις, στις οποίες γίνεται συστηματικά η

¹ Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τομέας Ορυκτολογίας-Πετρολογίας-Κοιτασματολογίας, Σημειώσεις Γεωλογίας Μεταλλείων, Θεσσαλονίκη 2006, Κεφάλαιο 2.2, σελίδα 12

δειγματοληψία, με σκοπό να γνωστοποιηθεί η χημική και η ορυκτολογική σύσταση του κοιτάσματος.

Η τρίτη κατηγορία γεωτρήσεων, αποτελείται από τις γεωτρήσεις αναγνώρισης. Οι γεωτρήσεις αυτές βοηθούν, ώστε να ερευνηθεί με περισσότερη λεπτομέρεια ένα κοιτάσμα, το οποίο ήδη έχει αποδειχθεί ότι υπάρχει κατά το προηγούμενο στάδιο.

Υπάρχουν διάφορες τεχνικές που εφαρμόζονται για την όρυξη μιας γεώτρησης, οι οποίες καθορίζουν και τα διαφορετικά είδη διάτρησης. Έτσι, παρατηρούνται οι εξής κατηγορίες διατρήσεων, ανάλογα και με τους σχηματισμούς στους οποίους συμβαίνει η διάτρηση: Αρχικά, υπάρχει η ²ελικοειδής διάτρηση (flight augering), η οποία πραγματοποιείται κυρίως σε μαλακούς σχηματισμούς. Στη διάτρηση αυτή, γίνεται η προχώρηση ενός σωλήνα στο έδαφος, ο οποίος στο εξωτερικό του μέρος καλύπτεται από ένα ελικοειδές σπирάλ. Το βάθος μέσα στο έδαφος, στο οποίο μπορεί να φτάσει αυτού του είδους η διάτρηση, είναι περίπου 30 - 50 μέτρα. Η εξωτερική διάμετρος του σωλήνα, είναι περίπου 75 - 125 χιλιοστά. Τα δείγματα τα οποία λαμβάνονται με αυτή τη διάτρηση, είναι εδαφικά, όχι κοκκώδη και σκληρά, αλλά πλήρως διαταραγμένα.



Εικ.1: Τύποι τρυπανιών για ελικοειδή διάτρηση: Στο εξωτερικό μέρος παρατηρείται το χαρακτηριστικό σπирάλ (Πηγή: <http://bulldaily.com/el/pages/1639370>)

Η δεύτερη κατηγορία διατρήσεων, αποτελείται από την ²υδραυλική διάτρηση (wash boring). Στη διάτρηση αυτή, η προχώρηση του σωλήνα στο έδαφος,

²Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων - Μεταλλουργών: deigmatoliptikes_geotriseis_me1.pdf, Εισαγωγή, σελίδα2,3

πραγματοποιείται με μια ειδική διάταξη από κοπτικά. Αυτά διεισδύουν μέσα στο έδαφος, το κερματίζουν και στη συνέχεια, υπάρχει απομάκρυνση των θρυμμάτων και των εδαφικών τεμαχίων, με εισπίεση νερού. Οι πληροφορίες που μπορούν να ληφθούν με αυτή τη μέθοδο διάτρησης, είναι σχετικά με το χρώμα των σχηματισμών και με τη φύση των υλικών, αν είναι δηλαδή άργιλος, ιλύς ή άμμος. Επίσης, είναι δυνατόν να υπολογιστεί με έμμεσο τρόπο η πυκνότητα ή η σκληρότητα των σχηματισμών, μέσα από την ταχύτητα διάνοιξης της γεώτρησης. Η υδραυλική διάτρηση, δεν είναι κατάλληλη για μικτά εδάφη.

²Η κρουστική διάτρηση (percussion drilling, shell and auger) ,αποτελεί την τρίτη κατηγορία διατρήσεων. Το έδαφος στο οποίο γίνεται η διείσδυση του σωλήνα, είναι συνεκτικό ή κοκκώδες και η διάτρηση γίνεται με κρούσεις. Όταν το έδαφος στο οποίο γίνεται η διάτρηση είναι συνεκτικό, τότε είναι δυνατόν να ληφθεί ένα αδιατάρακτο δείγμα. Όταν, όμως, η διάτρηση πραγματοποιείται σε βραχώδη σχηματισμό, τότε η προχώρηση του σωλήνα γίνεται με θρυμματισμό του πετρώματος, οπότε αυτό έχει ως αποτέλεσμα το τελικό δείγμα να είναι τα θραύσματα του πετρώματος.



Εικ.2: Υδραυλικό κρουστικό γεωτρύπανο (Πηγή: <http://www.drillmaster.gr>)

Η τέταρτη κατηγορία γεωτρήσεων, περιλαμβάνει την περιστροφική διάτρηση (rotary drilling). Κατά τη διάτρηση αυτή, η διάνοιξη της γεώτρησης, πραγματοποιείται με την περιστροφή της διατρητικής στήλης, καθώς χρησιμοποιούνται και κοπτικά άκρα και ειδικοί δειγματολήπτες. Από την περιστροφική διάτρηση, μπορούν να ληφθούν πυρήνες, οπότε και χαρακτηρίζεται ως δειγματοληπτική ²(rotary coring) , αλλά είναι δυνατόν και να μην μπορούν να ληφθούν πυρήνες ²(non-rotary coring). Η περιστροφική διάτρηση, χρησιμοποιείται, ευρέως, και στις γεωτρήσεις πετρελαίου και φυσικού αερίου.



Εικ.3: Μορφή περιστροφικού γεωτρύπανου (Πηγή: <http://www.baupool.gr>)

Εφόσον η περιστροφική διάτρηση, αποτελεί την κύρια τεχνική που εφαρμόζεται στις δειγματοληπτικές γεωτρήσεις, κρίνεται απαραίτητη η περαιτέρω αναφορά στη συγκεκριμένη κατηγορία διάνοιξης. Έτσι, λοιπόν, όταν πραγματοποιείται περιστροφική διάτρηση, συμβαίνει κερματισμός του πετρώματος, καθώς περιστρέφεται το κοπτικό άκρο μέσα στο σχηματισμό. Το κοπτικό άκρο, περιέχει ακμές από καρβίδια βολφραμίου ή κοβαλτίου ή από βιομηχανικά διαμάντια, η γνωστή αδαμαντοκορώνα. Το τελικό δείγμα που λαμβάνεται, εξαρτάται από το αν το πέτρωμα έχει κερματιστεί πλήρως. Έτσι, όταν υπάρχει πλήρης κερματισμός, τότε προκύπτουν θραύσματα, ενώ αν δεν υπάρχει πλήρης κερματισμός, τότε προκύπτει δείγμα με κυλινδρική μορφή, που ονομάζεται πυρήνας.

Εν συνεχεία, είναι αναγκαίο να αναλυθεί περαιτέρω ο μηχανολογικός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για την πραγματοποίηση μιας διάτρησης. Το γεωτρητικό σύστημα, λοιπόν, αποτελείται από το γεωτρύπανο και τα βοηθητικά του στελέχη. Τα μέρη τα οποία αποτελούν το γεωτρύπανο είναι τα εξής : α) Το πλαίσιο στήριξης, όπου η πιο συνήθης μορφή είναι τύπου ελκήθρου. Αν η γεώτρηση πραγματοποιείται σε θαλάσσιο ή λιμναίο περιβάλλον, το γεωτρύπανο μεταφέρεται με πλατφόρμα (πλωτή κατασκευή), β) Το σύστημα παραγωγής και μετάδοσης της κίνησης, το οποίο φροντίζει για την ενέργεια που παρέχεται στον κινητήρα του γεωτρύπανου, γ) Μηχανισμός μετάδοσης περιστροφικής κίνησης στη διατρητική στήλη, όπου συμβάλλει η άτρακτος, μια δοκός από χάλυβα, η οποία καθώς περιστρέφεται, περιστρέφεται και η διατρητική στήλη, δ) Το σύστημα ανόδου καθόδου της διατρητικής στήλης, βαρούλκο και πύργος. Ο πύργος, έχει μορφή που μοιάζει με μεταλλικό δίχτυ. Έχει σημαντικό ρόλο, διότι συμμετέχει στην άνοδο και στην κάθοδο της διατρητικής στήλης. Επίσης, το μήκος των διατρητικών στελεχών εξαρτάται από το ύψος του πύργου (διαφορετικό ύψος στα μικρά γεωτρύπανα απ ότι στα μεγαλύτερα). Το βαρούλκο, αποτελεί ένα ακόμη σύστημα, το οποίο συμβάλλει στην άνοδο και την κάθοδο της διατρητικής στήλης. Αυτό, βρίσκεται πάνω στο πλαίσιο

στήριξης. Καθώς περιστρέφεται το βαρούλκο και περιελίσσεται το συρματόσχοινο, η διατρητική στήλη είτε ανεβαίνει είτε κατεβαίνει, ε) Η Διατρητική στήλη, η οποία περιέχει τα διατρητικά στελέχη. Αυτά, περιέχουν σωλήνες από χάλυβα. Η διατρητική στήλη, συμβάλλει ώστε να μεταφέρει την κατάλληλη πίεση και να περιστραφεί το κοπτικό άκρο κατά τη διάτρηση, καθώς και στο εσωτερικό της τμήμα υπάρχει ένα ρευστό, το οποίο βοηθά στην ψύξη του κοπτικού άκρου και στη μεταφορά των θρυμμάτων στην επιφάνεια. Τα κύρια μέρη της διατρητικής στήλης από κάτω προς τα πάνω είναι το κοπτικό άκρο ή κορώνα, ο περικοπτήρας ή φρέζα, όπου έχει ως στόχο να κάνει πιο ομαλά τα τοιχώματα της γεώτρησης και να ενισχύει τον πλευρικό οπλισμό του κοπτικού άκρου, ο δειγματολήπτης ή καροταρία, όπου αποτελεί το χώρο αποθήκευσης του δείγματος, τα διατρητικά στελέχη, δηλαδή σωλήνες από χάλυβα, το Kelly, το οποίο είναι το πρώτο από τα άνω στελέχη της διατρητικής στήλης και τέλος ο περιστρεπτός τροφοδότης ρευστού, ο οποίος διοχετεύει το ρευστό υπό πίεση στο εσωτερικό της στήλης και στη συνέχεια στο κοπτικό άκρο, στ) Το σύστημα καθαρισμού της γεώτρησης από τα θρύμματα κερματισμού του πετρώματος. Σημαντικό ρόλο εδώ, παίζουν οι αντλίες, οι οποίες βρίσκονται πάνω ή πλευρικά στο πλαίσιο στήριξης του γεωτρύπανου και βοηθούν ώστε να υπάρχουν υψηλές πιέσεις με μικρές σχετικά παροχές.



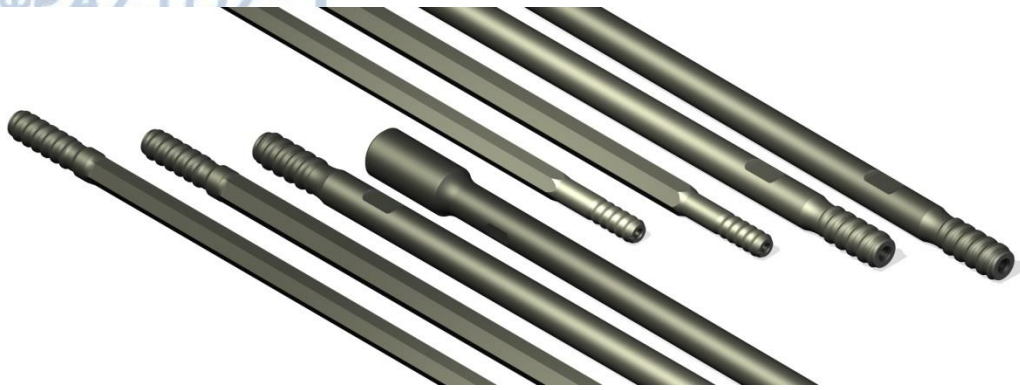
Εικ.4: Πλαίσιο στήριξης γεωτρύπανου σε θαλάσσιο περιβάλλον, όπου το γεωτρύπανο μεταφέρεται με πλωτή κατασκευή (Πηγή: <http://www.iefimerida.gr>)



Εικ.5: Αδαμαντοκορώνες για γεωτρήσεις πετρελαίου (Πηγή: <http://www.geo.auth.gr>)



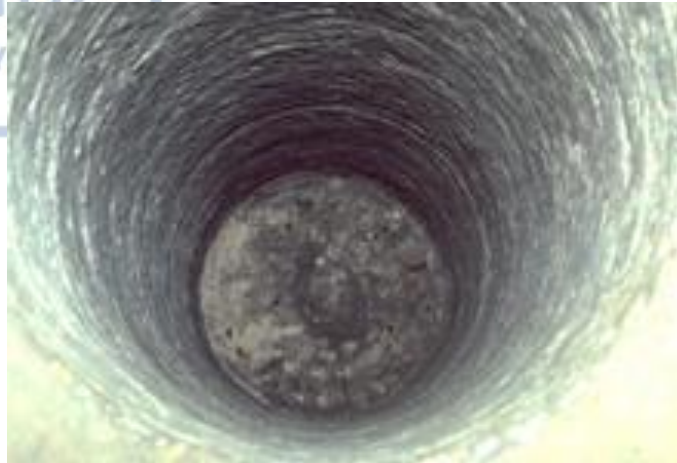
Εικ.6: Δειγματολήπτες (καροταρίες) διαφορετικών μεγεθών (Πηγή: <http://ektoxetine.com.gr>)



Εικ.7: Διατρητικά στελέχη γεωτρύπανου (Πηγή: <http://www.elebor.gr/categories.asp?id=79>)

Κεφάλαιο 1.2: Ορισμός ευσταθούς- ασταθούς γεώτρησης, οι κατηγορίες ασταθούς γεώτρησης, οι αιτίες της αστάθειας μιας γεώτρησης.

Κατά την προσπάθεια διάνοιξης μιας γεώτρησης, κρίνεται απαραίτητο να γνωστοποιηθεί πότε η γεώτρηση αυτή είναι ευσταθής και πότε ασταθής, έτσι ώστε στη δεύτερη περίπτωση, να αντιμετωπιστούν κατάλληλα τα προβλήματα που, ενδεχομένως, θα προκύψουν. Η γεώτρηση καλείται ευσταθής, όταν η διάμετρος της οπής που ανοίγεται είναι ίδια με τη διάμετρο του κοπτικού άκρου. Η διάμετρος του κοπτικού άκρου, καθορίζει τη διάμετρο της οπής. Αντιθέτως, μια γεώτρηση καλείται ασταθής, όταν το μέγεθος της οπής που ανοίγεται δεν είναι ίδιο με το μέγεθος του κοπτικού άκρου.



Εικ.8: Ευσταθής γεώτρηση, όπου η διάμετρος της οπής έχει το ίδιο μέγεθος με τη διάμετρο του κοπτικού άκρου. Η γεώτρηση αυτή, πραγματοποιήθηκε μέσα σε σχιστόλιθο (Πηγή: *Photo courtesy of Mark S. Ramsey*)

Η αστάθεια μιας γεώτρησης, μπορεί να προκαλέσει πτώση των τοιχωμάτων της, καθώς και μη σωστό κλείσιμο των σωληνώσεων, με αποτέλεσμα την είσοδο και την απώλεια ρευστών, αντίστοιχα . Η αστάθεια σε μια γεώτρηση, προκαλείται από την αλλαγή του γεωλογικού σχηματισμού. Λόγω της αλλαγής του σχηματισμού, αλλάζει το κοπτικό άκρο (Drillbit), διαφοροποιείται η διάμετρος (ελαττώνεται με το βάθος) και συνεπώς αλλάζει και η διάμετρος της οπής.

Μία ασταθής γεώτρηση, μπορεί να διαχωριστεί σε δύο κατηγορίες : στην πρώτη κατηγορία, ανήκουν οι γεωτρήσεις στις οποίες η διάμετρος της οπής είναι μεγαλύτερη από την διάμετρο του κοπτικού άκρου, ενώ στην δεύτερη κατηγορία, ανήκουν εκείνες οι γεωτρήσεις στις οποίες η διάμετρος της οπής είναι μικρότερη από τη διάμετρο του κοπτικού άκρου. Οι γεωτρήσεις που ανήκουν στην πρώτη κατηγορία συμβαίνουν, είτε επειδή δεν έχει σταθεροποιηθεί κατάλληλα το κοπτικό άκρο είτε επειδή το ειδικό βάρος του πολτού (mud weight) δεν έχει ρυθμιστεί κατάλληλα ώστε να συγκρατήσει τα τοιχώματα και να προστατευτεί έτσι η γεώτρηση. Οι γεωτρήσεις της δεύτερης κατηγορίας πραγματοποιούνται, όταν η διάτρηση γίνεται σε έναν σκληρό και τραχύ σχηματισμό. Το κοπτικό άκρο, εδώ, σταθεροποιείται και έτσι κατά την εξέλιξη της διαδικασίας, το μέγεθος της οπής γίνεται όλο και μικρότερο.

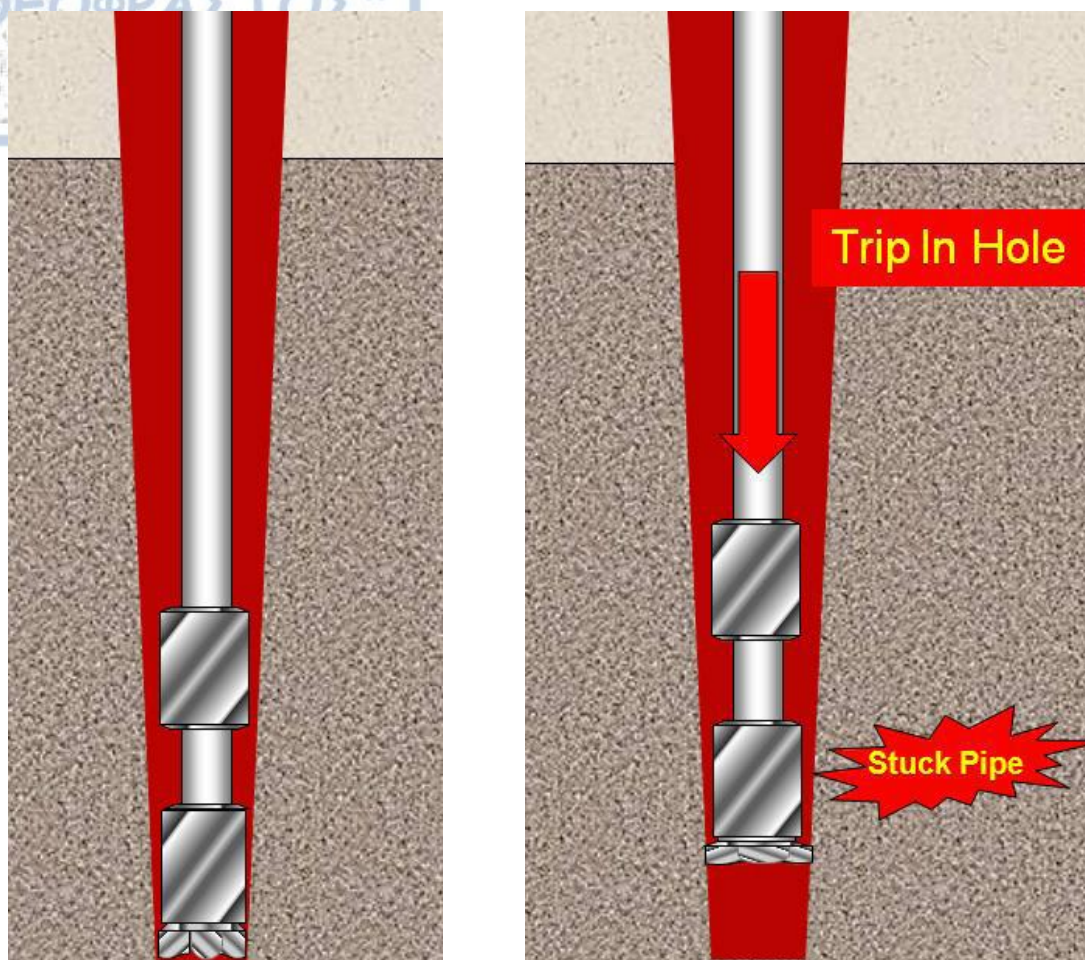
Γενικά, υπάρχουν τέσσερις τύποι αστάθειας των γεωτρήσεων, καθώς και τα αντίστοιχα προβλήματα που μπορεί να προκληθούν από αυτούς. Ο πρώτος τύπος, σχετίζεται με το κλείσιμο και τον περιορισμό της οπής. Αποτελεί, ουσιαστικά, μια εξαρτώμενη διαδικασία περιορισμού-στενέματος της οπής. Κάποιες φορές,

αναφέρεται και ως ερπυσμός κάτω από την υπερκείμενη πίεση. Συνήθως, παρατηρείται σε σχιστόλιθους με πλαστική ικανότητα και σε περιοχές με έντονη αλμυρότητα. Τα προβλήματα που σχετίζονται με αυτόν τον τύπο αστάθειας είναι, η αύξηση της ροπής στρέψης, η αύξηση της πιθανότητας κολλήματος του σωλήνα καθώς και η αύξηση των δυσκολιών που σχετίζονται με την ακεραιότητα της επένδυσης της γεώτρησης.

Ο δεύτερος τύπος αστάθειας, αναφέρεται στη μεγέθυνση της οπής. Η μεγέθυνση αυτή, καλείται συνήθως και ως αποτυχία, διότι η οπή γίνεται ανεπιθύμητα μεγαλύτερη από ότι είχε προβλεφθεί. Συνήθως, οι μεγεθύνσεις των οπών, προκαλούνται από την υδραυλική διάβρωση, από τη μηχανική τριβή, η οποία προκαλείται από τη διατρητική στήλη καθώς και από την εκ φύσεως αύξηση του μεγέθους του σχιστόλιθου λόγω της υδάτωσης. Τα προβλήματα που έχουν σχέση με τη μεγέθυνση της οπής, εντοπίζονται στην αύξηση της δυσκολίας της τσιμέντωσης της σωλήνωσης, εντείνεται η προοδευτική απόκλιση της οπής, αυξάνονται οι υδραυλικές απαιτήσεις σχετικά με τον αποτελεσματικό καθαρισμό της οπής και εν τέλει αυξάνονται οι δυσκολίες που σχετίζονται με τις διαδικασίες των γεωφυσικών διαγραφιών.

Ο τρίτος τύπος αστάθειας, έχει σχέση με τη διάρρηξη της οπής. Η διάρρηξη σε μια οπή, συμβαίνει όταν η πίεση του ρευστού της γεώτρησης υπερβαίνει την πίεση θραύσης του γεωλογικού σχηματισμού. Τα προβλήματα που μπορούν να δημιουργηθούν από μια πιθανή διάρρηξη, σχετίζονται με την απώλεια της κυκλοφορίας του ρευστού.

Τέλος, ο τέταρτος τύπος αστάθειας, αναφέρεται στην κατάρρευση των τοιχωμάτων της γεώτρησης. Η πτώση, αυτή, των τοιχωμάτων πραγματοποιείται, όταν η πίεση του ρευστού της γεώτρησης είναι αρκετά χαμηλή ώστε να διατηρήσει τη δομική ακεραιότητα της οπής. Οι συνέπειες από την κατάρρευση των τοιχωμάτων, εστιάζονται σε προβλήματα στη σωλήνωση και σε πιθανή απώλεια της γεώτρησης.



Εικ.9: Δεύτερη κατηγορία ασταθούς γεώτρησης σε σκληρό και τραχύ σχηματισμό, όπου η διάμετρος της οπής είναι μικρότερη της διαμέτρου του κοπτικού άκρου (Πηγή:GEORGAKOPOULOS ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ.pdf)

Κεφάλαιο 1.3 : Ορισμός Σωλήνωσης, οι κατηγορίες των σωληνώσεων, ο ρόλος των σωληνώσεων στις γεωτρήσεις.

Σχετικά με όσα αναφέρθηκαν περί της αστάθειας μιας γεώτρησης, γίνεται αντιληπτό, πως η σωλήνωσή της παίζει έναν πρωτεύοντα ρόλο, ώστε να διεξαχθεί ομαλά η όλη διαδικασία. Η σωλήνωση (casing) της γεώτρησης, γίνεται σε διαφορετικά στάδια, ανάλογα με το βάθος, το είδος των σχηματισμών, καθώς και με βάση τις ανάγκες της γεώτρησης. Κάθε στάδιο της σωλήνωσης, εξυπηρετεί συγκεκριμένους σκοπούς, ανάλογα με το τί πρόβλημα παρουσιάζεται κάθε φορά στο εκάστοτε τμήμα της

γεώτρησης. Έτσι, λοιπόν, οι διάφοροι τύποι σωλήνωσης που χρησιμοποιούνται είναι οι εξής: Η σωλήνωση επαφής (conductor pipe), η επιφανειακή σωλήνωση (surface casing), η ενδιάμεση σωλήνωση (intermediate casing string), η παραγωγική σωλήνωση (production string) και η σωλήνωση liner (liner).

Στην περίπτωση της σωλήνωσης επαφής (conductor pipe), η στήλη της σωλήνωσης τοποθετείται στο υπέδαφος, σε ένα βάθος περίπου δώδεκα μέτρων. Η εγκατάσταση μιας τέτοιας σωλήνωσης τριάντα ιντσών, μπορεί να φτάσει περίπου μέχρι τα πεντακόσια πόδια σε βάθος. Ο σκοπός, είναι να διοχετευθεί η λάσπη όταν ξεκινά η διάτρηση και να αποφευχθεί το ξέπλυμα των χαλαρών σχηματισμών της επιφάνειας. Η σωλήνωση επαφής, συνδέεται επίσης με ένα δίκτυο επιστροφής της λάσπης.³ Αυτός ο τύπος σωλήνωσης, παρέχει μια δομική αντοχή, καλύπτει και προστατεύει τους μαλακούς σχηματισμούς που βρίσκονται κάτω από τον πυθμένα της θάλασσας και αποτελεί τη σωλήνωση με τη μεγαλύτερη διάμετρο που μπορεί να εγκατασταθεί σε μια γεώτρηση.

Η επιφανειακή σωλήνωση (surface casing), αποτελεί το δεύτερο τύπο. Είναι η πρώτη πραγματική σωλήνωση που τοποθετείται μέσα στη γεώτρηση.³ Ο σκοπός της είναι, να προλαμβάνει την αποκόλληση των σχηματισμών κοντά στην επιφάνεια, να απομονώνει τους υδροφόρους ορίζοντες που είναι κοντά στην επιφάνεια, ώστε να μη μολύνονται από τη λάσπη της διάτρησης, καθώς και να παρέχει το σημείο αγκύρωσης για το BOP για τις σωληνώσεις που θα ακολουθήσουν. Το μήκος της στήλης, μπορεί να ποικίλλει από μερικές δωδεκάδες, έως μερικές εκατοντάδες μέτρα. Η εγκατάσταση μιας επιφανειακής σωλήνωσης είκοσι ιντσών μπορεί να φτάσει μέχρι τα χίλια πόδια σε ολικό κάθετο βάθος.

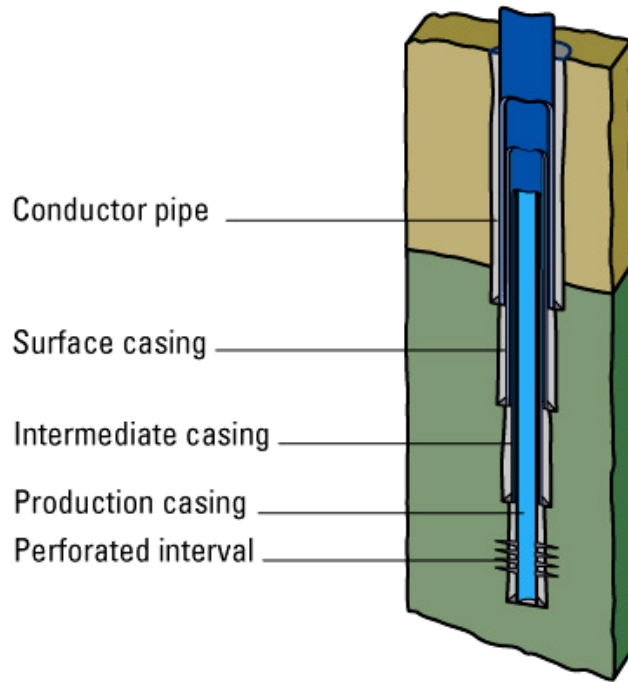
Ο τρίτος τύπος σωλήνωσης, αναφέρεται με τον όρο ενδιάμεση σωλήνωση (intermediate casing string). Η ενδιάμεση σωλήνωση, χρησιμοποιείται για την απομόνωση κάποιων σχηματισμών, οι οποίοι μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα κατά την όρυξη της γεώτρησης. Τέτοιοι σχηματισμοί μπορεί να είναι αργιλικόι με τάση αποκόλλησης (sloughing shale), ζώνες διακοπής της ομαλής κυκλοφορίας της λάσπης, ζώνες υψηλών πιέσεων κτλ. Ανάλογα με τον αριθμό των προβλημάτων που συναντώνται, είναι δυνατό να απαιτηθούν αρκετά μέτρα ενδιάμεσης σωλήνωσης, ανάμεσα στην επιφανειακή σωλήνωση και το τελικό βάθος της γεώτρησης. Το βάθος τοποθέτησης της ενδιάμεσης σωλήνωσης, εξαρτάται από την πίεση των πόρων του σχηματισμού, αλλά και από το βαθμό ρωγμάτωσης. Κατά την όρυξη της γεώτρησης,

³ <http://petroleumsupport.com/completion-design/>

το ειδικό βάρος της λάσπης εξισορροπεί την πίεση των πόρων, ωστόσο δεν θα πρέπει να υπερβαίνει την αντοχή των ρηχών ζωνών.

Η σημαντικότερη λειτουργία της ενδιάμεσης σωλήνωσης, σχετίζεται με την ύπαρξη ανώμαλων υψηλών πιέσεων εντός των πόρων του σχηματισμού. Επειδή, για τον έλεγχο και την εξισορρόπηση αυτών των πιέσεων απαιτείται μεγαλύτερη πυκνότητα λάσπης, είναι αναγκαίο να προστατευτούν οι ασθενέστεροι σχηματισμοί, ώστε να αποφευχθεί η διακοπή της ομαλής κυκλοφορίας της λάσπης. Η ενδιάμεση σωλήνωση προστατεύει τους σχηματισμούς κάτω από την επιφανειακή σωλήνωση από τις πιέσεις της λάσπης υψηλής πυκνότητας. Επιπροσθέτως, όταν κάτω από τις ζώνες ανώμαλων πιέσεων συναντώνται ζώνες με κανονικές πιέσεις, η τοποθέτηση μιας δεύτερης στήλης ενδιάμεσης σωλήνωσης, επιτρέπει τη μείωση της πυκνότητας της λάσπης και η διάτρηση προχωρά βαθύτερα με οικονομικότερους όρους. Η ενδιάμεση σωλήνωση τσιμεντώνεται σε ύψος αρκετών εκατοντάδων μέτρων πάνω από την έδρασή της. Αν είναι απαραίτητο, μπορεί να εφαρμοστεί σωλήνωση κατά στάδια για την απομόνωση ρηχότερων σχηματισμών, χωρίς να απαιτείται η τσιμέντωση ολόκληρου του ύψους από την έδραση της σωλήνωσης και πάνω.

Η παραγωγική σωλήνωση (production string), αποτελεί και τον τελευταίο τύπο σωλήνωσης. Στην παραγωγική διάτρηση, αυτή η σωλήνωση είναι απαραίτητη για να παρέχει την προστασία της ζώνης παραγωγής υδρογονανθράκων και να επιτρέπει την τοποθέτηση του εξοπλισμού παραγωγής. Αυτή η σωλήνωση, εδράζεται είτε στην κορυφή της ζώνης απόληψης είτε περνά και μέσα από αυτήν. Η τσιμέντωσή της, γίνεται με τον ίδιο τρόπο όπως και της ενδιάμεσης σωλήνωσης. Η επιφανειακή και η ενδιάμεση στήλη σωλήνωσης αναφέρονται συνήθως ως σωληνώσεις προστασίας, σε αντίθεση με την παραγωγική σωλήνωση. Οι σωληνώσεις προστασίας σχεδιάζονται, για να καταστήσουν τη συνεχή διάτρηση τεχνικά δυνατή, ενώ οι στήλες παραγωγής απαιτούνται για να διευκολύνουν την παραγωγή.



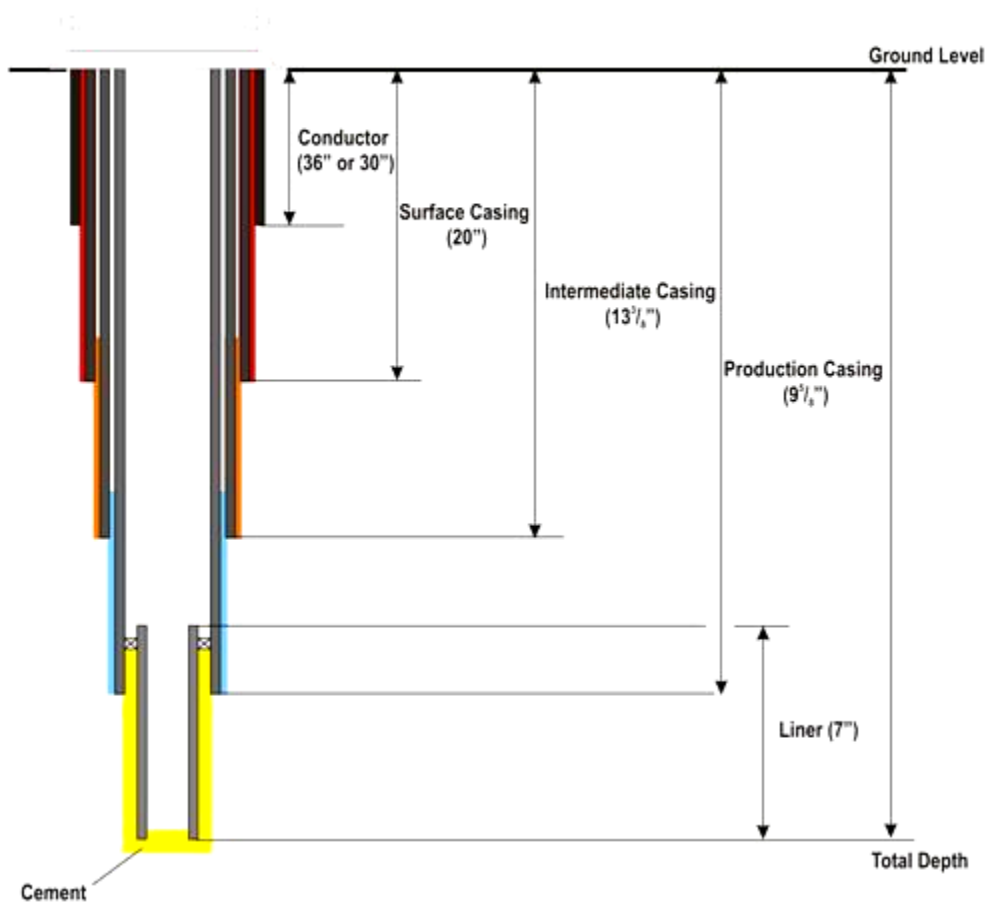
Εικ.10: Σωλήνωση μιας γεώτρησης, καθώς και οι διάφορες κατηγορίες σωληνώσεων που υπάρχουν (Πηγή:Schlumberger)



Εικ.11: Οι διάφοροι τύποι σωλήνωσης εντός μιας γεώτρησης. Αρχικά, διακρίνεται η σωλήνωση επαφής (conductor pipe), στη συνέχεια η επιφανειακή σωλήνωση (surface casing), η ενδιάμεση σωλήνωση (intermediate casing) και τέλος η παραγωγική σωλήνωση (production pipe). (Πηγή: GEORAKOPOULOS ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ.pdf)



Εικ.12:Εγκατάσταση σωλήνωσης επαφής (Πηγή: GEORGAKOPOULOS ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ.pdf)

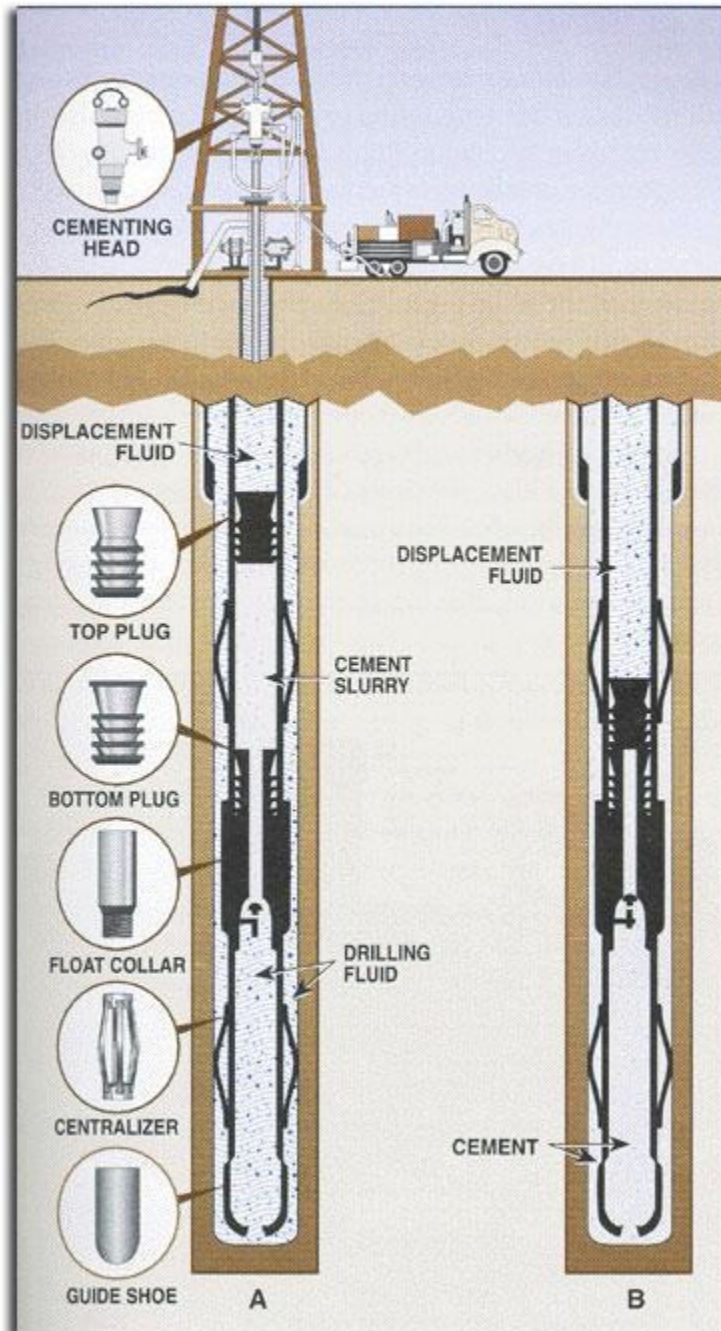


Εικ.13: Οι διάφορες κατηγορίες σωληνώσεων που παρατηρούνται κατά τη διάτρηση. Καθώς αυξάνεται το βάθος της διάτρησης, η γεώτρηση έχει τηλεσκοπικό σχήμα (Πηγή: <http://petroleumsupport.com/completion-design/>).

Κεφάλαιο 1.4: Η διαδικασία της τσιμέντωσης και ο ρόλος της στις γεωτρήσεις.

Για να συμπληρωθεί μια γεώτρηση, η επόμενη διαδικασία η οποία πρέπει να επιτευχθεί είναι η τσιμέντωση. Κατά το στάδιο αυτό, μέσα στη γεώτρηση, λαμβάνει χώρα η εισπίεση ενός πολτού, ο οποίος καλείται τσιμεντοπολτός. Ο τσιμεντοπολτός, έχει ως ρόλο τη συμπλήρωση του χώρου που υπάρχει μεταξύ της σωλήνωσης της γεώτρησης και της πραγματικής γεώτρησης. Επίσης, είναι υπεύθυνος για τη μετακίνηση των ρευστών μέσα στη γεώτρηση. Ακόμη, εφόσον έχει αφεθεί για να πήξει, προστατεύει τη γεώτρηση, σφραγίζοντάς την, από ενδεχόμενη ροή ρευστών μέσα σε αυτή, τα οποία δεν είναι υδρογονάνθρακες. Για αυτό το λόγο, η σύστασή του αποτελείται από ένα μείγμα από τσιμέντο και πρόσθετα.

Η πραγματοποίηση της τσιμέντωσης σε μια γεώτρηση έχει ως εξής: Αρχικά, υπάρχει ένα έμβολο που βρίσκεται στην κορυφή της σωλήνωσης της γεώτρησης, το οποίο είναι παρόμοιο με ένα έμβολο που υπάρχει στον πυθμένα της, με τη διαφορά ότι το έμβολο της κορυφής είναι στερεό. Το έμβολο αυτό, απελευθερώνεται, καθώς εισέρχεται και η τελευταία ποσότητα του τσιμεντοπολτού μέσα στη σωλήνωση της γεώτρησης. Το έμβολο της κορυφής, ακολουθεί τη φορά του τσιμεντοπολτού προς τα κάτω μέσα στη σωλήνωση, καθώς ένα υγρό εκτόπισης, το οποίο είναι είτε αλμυρό νερό είτε διατρητικό ρευστό λάσπης, αντλείται πίσω από το έμβολο κορυφής. Εν τω μεταξύ, η περισσότερη ποσότητα του τσιμεντοπολτού, ρέει έξω από τη σωλήνωση και μέσα στον δακτυλιοειδή χώρο. Καθώς το έμβολο κορυφής προσκρούσει με το έμβολο του πυθμένα στον κλοιό πλεύσης, το οποίο δίνει σήμα στο χειριστή της αντλίας τσιμέντου να κλείσει τις αντλίες, ο τσιμεντοπολτός βρίσκεται μόνο στη σωλήνωση κάτω από τον κλοιό πλεύσης και τον δακτυλιοειδή χώρο. Ο περισσότερος χώρος της σωλήνωσης, είναι γεμάτος από το υγρό εκτόπισης. Μετά την εκτέλεση του τσιμέντου, απαιτείται κάποιος χρόνος, ώστε να σκληρύνει ο πολτός. Αυτός ο χρόνος, καλείται ως αναμονή σε τσιμέντο ή αλλιώς WOC. Εφόσον έχει σκληρύνει το τσιμέντο, μπορούν να εκτελεστούν δοκιμές, ώστε να εξασφαλιστεί το γεγονός ότι έχει πραγματοποιηθεί σωστά η διαδικασία της τσιμέντωσης, διότι αυτή παίζει πολύ σημαντικό ρόλο. Το τσιμέντο υποστηρίζει τη σωλήνωση, οπότε πρέπει να την περιβάλλει εντελώς. Σε αυτό βοηθούν οι συγκεντρωτές. Εάν η σωλήνωση είναι κεντραρισμένη στην οπή, ένα περίβλημα τσιμέντου πρέπει να περιβάλλει πλήρως τη σωλήνωση.

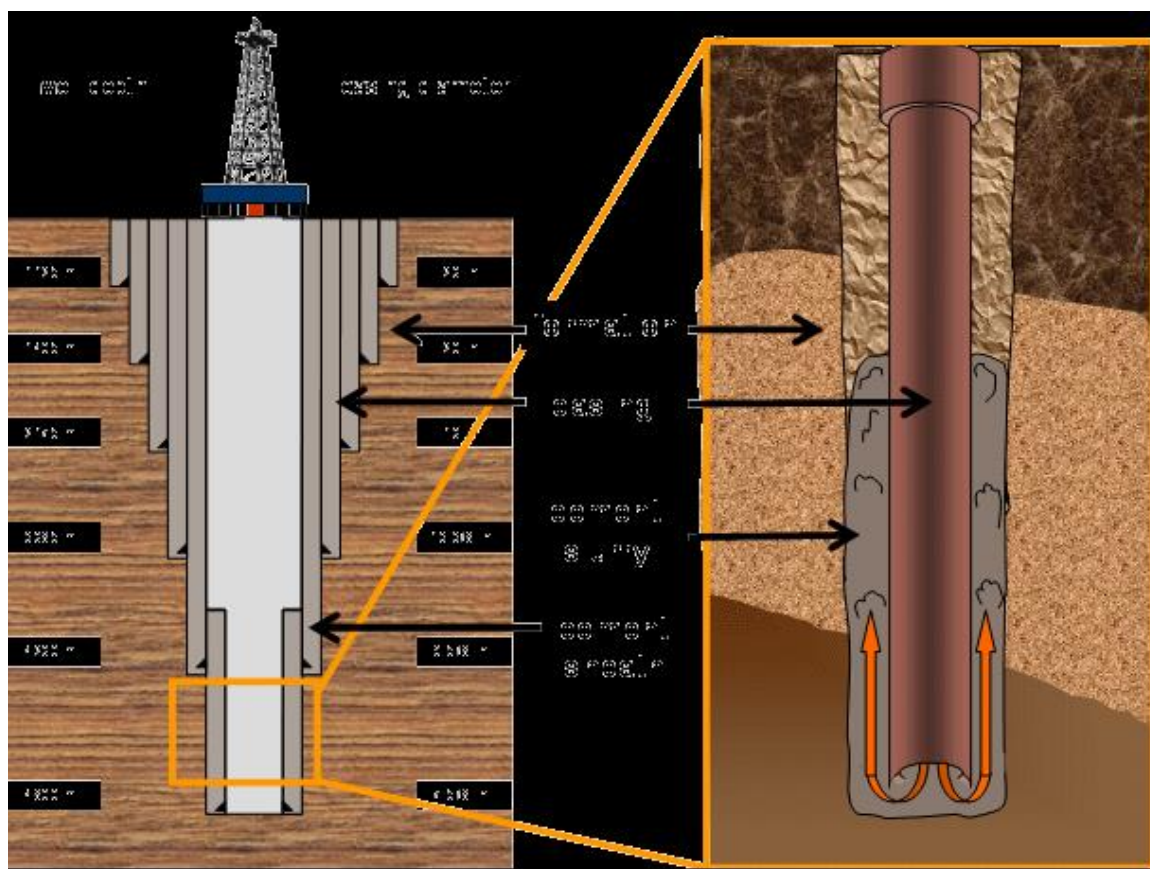


Εικ.14: Διαδικασία τσιμεντώσης σε μια διάτρηση. Διακρίνεται η θέση του εμβόλου οροφής, του εμβόλου βάσης και του διατρητικού ρευστού (Πηγή: <http://www.mpgpetroleum.com/fundamentals.html>).

Υπάρχουν κάποιες διαδικασίες, μέσα από τις οποίες μπορεί να καταγραφεί το τσιμέντο μέσα στη σωλήνωση της γεώτρησης. Οι διαδικασίες αυτές καλούνται εργαλεία καταγραφής του τσιμέντου. Αρχικά, μια τέτοια διαδικασία αποτελεί, η ηχητική μέτρηση του δεσμού μεταξύ της σωλήνωσης και του τσιμέντου. Τα εργαλεία που συνδέουν το τσιμέντο, μετρούν το δεσμό μεταξύ της σωλήνωσης και του τσιμέντου, που τοποθετείται στο δακτύλιο μεταξύ της σωλήνωσης και της οπής. Η μέτρηση, αυτή, πραγματοποιείται με τη χρήση ακουστικών, ηχητικών και

υπερηχητικών εργαλείων. Οι μετρήσεις των βιομηχανικών προτύπων ηχητικών εργαλείων, εμφανίζονται συνήθως σε ένα αρχείο καταγραφής των δεσμών του τσιμέντου (CBL), σε μονάδες millivolt, εξασθένιση ντεσιμπέλ ή και τα δύο. Η μείωση της ανάγνωσης σε millivolts ή η αύξηση της απόσβεσης των ντεσιμπέλ, είναι μια ένδειξη της καλύτερης ποιότητας συγκόλλησης του τσιμέντου πίσω από τη σωλήνωση, στο τοίχωμα της σωλήνωσης.

Οι παράγοντες, οι οποίοι επηρεάζουν την ποιότητα της συγκόλλησης του τσιμέντου, το οποίο μετράται από ένα αρχείο CBL είναι οι εξής ακόλουθοι : Αρχικά, ο πρώτος παράγοντας είναι ο σχεδιασμός και η εκτέλεση των εργασιών τσιμέντου, συμπεριλαμβανομένης και της αποτελεσματικής αφαίρεσης λάσπης. Ο δεύτερος παράγοντας, είναι η θλιπτική αντοχή του τσιμέντου στη θέση του. Ο τρίτος παράγοντας, σχετίζεται με αλλαγές στη θερμοκρασία και την πίεση, που εφαρμόζονται στη σωλήνωση μετά την τσιμέντωση και ο τέταρτος παράγοντας, είναι η εποξειδική ρητίνη, η οποία εφαρμόζεται στο εξωτερικό τοίχωμα της σωλήνωσης.

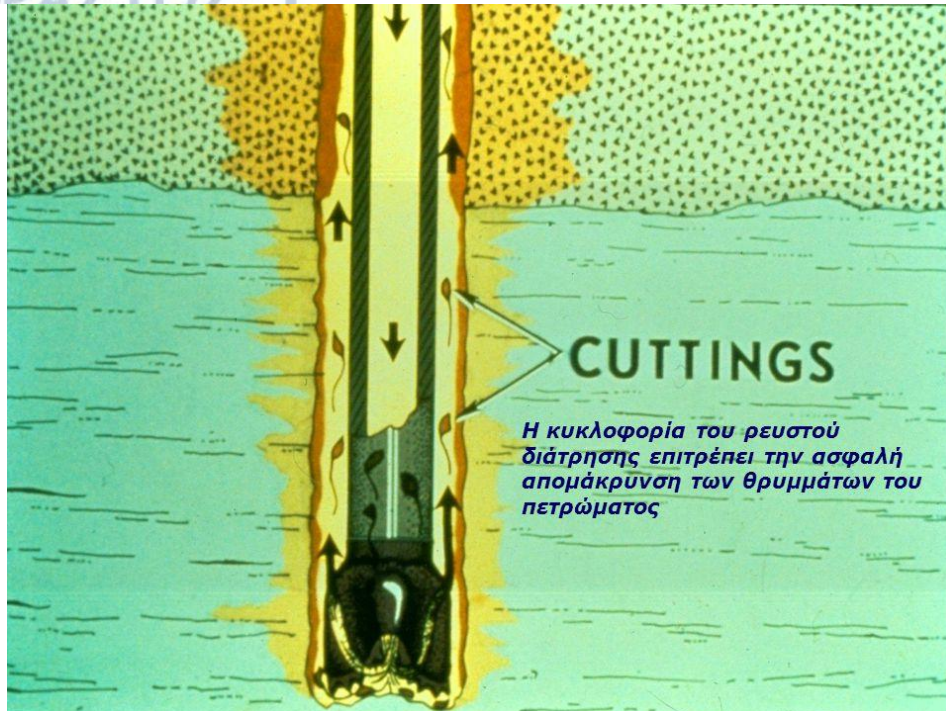


Εικ.15:Τσιμεντωση μιας γεώτρησης, ώστε να εμποδιστεί η πιθανή ροή ρευστών ή άλλων υδρογονανθράκων μέσα στη γεώτρηση. (Πηγή: <http://www.bauchemie-tum.de/master-framework/?p=Tief&i=13&m=1&lang=en>)

Μέρος 2^ο : Τα Διατρητικά Ρευστά σε μια γεώτρηση, Γεωλογικές – Μηχανικές Παράμετροι αστάθειας μιας γεώτρησης.

Κεφάλαιο 2.1 : Τα διατρητικά ρευστά και ο ρόλος τους στις γεωτρήσεις.

Κατά την εκτέλεση μιας γεώτρησης πετρελαίου ή φυσικού αερίου, χρησιμοποιούνται τα διατρητικά ρευστά, η παρουσία των οποίων κρίνεται απαραίτητη. Σαν διατρητικό ρευστό, ή διαφορετικά λάσπη (mud), λαμβάνεται υπόψη οποιοδήποτε ρευστό, το οποίο χρησιμοποιείται σε μια λειτουργία γεώτρησης, στην οποία αυτό κυκλοφορεί ή αντλείται από την επιφάνεια, κάτω από τη χορδή του γεωτρύπανου, μέσα από το μύλο και πίσω στην επιφάνεια μέσω του δακτυλίου. Τα διατρητικά ρευστά, ικανοποιούν πολλές ανάγκες κατά τη διάρκεια μιας γεώτρησης. Για παράδειγμα, απομακρύνουν τα θρύμματα (διάτρητα στερεά ή cuttings) και τα μετακινούν από τον πυθμένα της γεώτρησης προς την επιφάνεια. Επίσης, ελέγχουν την πίεση του σχηματισμού και διατηρούν τη σταθερότητα του σωλήνα.. Ακόμη, συμβάλλουν στην ψύξη, τη λίπανση του κοπτικού άκρου και την στήριξη του συνόλου της γεώτρησης. Επιπροσθέτως, μεταφέρουν την υδραυλική ενέργεια στα στελέχη του γεωτρύπανου και στο κοπτικό άκρο και ελαχιστοποιούν την καταστροφή του ταμιευτήρα. Άλλη μια σημαντική λειτουργία τους, είναι να επιτρέπουν την επαρκή αξιολόγηση του σχηματισμού, να ελέγχουν τη διάβρωση και να διευκολύνουν την τσιμεντοποίηση. Τέλος, ελαχιστοποιούν τις επιπτώσεις στο περιβάλλον και συμβάλλουν στην αναστολή του σχηματισμού ένυδρου αερίου.



Εικ.16: Το διατρητικό ρευστό, είναι υπεύθυνο για την ικανοποίηση πολλών αναγκών σε μια γεώτρηση. Μια από αυτές είναι, η απομάκρυνση των θρυμμάτων (cuttings) του πετρώματος. (Πηγή: <http://slideplayer.gr/slide/2823140/>)

Ωστόσο, κρίνεται απαραίτητο να αναφερθεί ότι, η πιο σημαντική λειτουργία των διατρητικών ρευστών είναι η ελαχιστοποίηση της συγκέντρωσης των θρυμμάτων γύρω από το κοπτικό άκρο, αλλά και σε ολόκληρη την οπή της γεώτρησης. Φυσικά, επειδή το ίδιο το ρευστό αναλαμβάνει αυτά τα θρύμματα, εάν αυτά δεν αφαιρεθούν από το ρευστό, τότε αυτό χάνει πολύ γρήγορα την ικανότητά του να καθαρίζει την οπή και έτσι δημιουργεί, μεγάλου πάχους, κέικ φίλτρου. Για να επιτραπεί η επαναχρησιμοποίηση του διατρητικού ρευστού, τα θρύμματα πρέπει να έχουν αφαιρεθεί.

Ένα διατρητικό ρευστό, αποτελείται στη βασική του μορφή από μια υγρή βάση, η οποία θα είναι είτε νερό είτε πετρέλαιο και από μια ποσότητα ενός παράγοντα ιξώδους. Εάν δεν υπάρξει κάποιο άλλο πρόσθετο μέσα στο ρευστό, τότε, όποτε η υδροστατική πίεση είναι μεγαλύτερη από την πίεση των πόρων του σχηματισμού, και ο σχηματισμός είναι πορώδης και διαπερατός, μια ποσότητα από το ρευστό θα εισχωρήσει μέσα στο σχηματισμό. Από την στιγμή που η υπερβολική διήθηση μέσα στο σχηματισμό μπορεί να προκαλέσει προβλήματα αστάθειας σε μια γεώτρηση, ξεκίνησε να χρησιμοποιείται η προσθήκη κάποιας ποσότητας, η οποία θα ελέγχει γενικά τη διήθηση αυτή. Έτσι, αυξάνεται η πυκνότητα του διατρητικού ρευστού (mud) με την προσθήκη ενός υλικού με μεγάλο ειδικό βάρος (συνήθως το υλικό αυτό είναι βαρύτης), με σκοπό να παρέχεται αρκετή υδροστατική πίεση, ώστε να εξισορροπεί τις μη κανονικές πιέσεις πόρων που παρατηρούνται. Γενικά, λοιπόν, τα

διατρητικά αποτελούνται από ένα βασικό υγρό, το οποίο μπορεί να είναι νερό (καθαρό ή αλμυρό), πετρέλαιο (ντίζελ ή αργό), ορυκτέλαιο ή άλλα συνθετικά ρευστά, από διεσπαρμένα στερεά, τα οποία είναι κολλοειδή τμήματα διαφορετικού μεγέθους και από διαλυμένα στερεά, συνήθως άλατα, των οποίων οι επιδράσεις είναι πολύ σημαντικές στα κολλοειδή τμήματα. Όλα τα διατρητικά ρευστά, έχουν τις ίδιες ιδιότητες και διαφέρει μόνο το μέγεθος μεταξύ τους. Οι ιδιότητες αυτές είναι η πυκνότητα, το ιξώδες, η αντοχή στην πήξη, το κέικ φίλτρου (filter cake), η απώλεια νερού και η ηλεκτρική αντίσταση. Επίσης, άλλες κατηγορίες διατρητικών ρευστών, είναι τα αέρια (περιέχουν αέρα και άζωτο), τα υδατικά (πυροσυσσωματωμένος αφρός, ενεργοποιημένη άργιλος και συμπεριλαμβανομένου του αφρόν, πολυμερές, γαλάκτωμα) και τα μη υδατικά (λάδι ή συνθετικό λάδι, αντίστροφο γαλάκτωμα).

Οι πραγματικοί αφροί, περιέχουν τουλάχιστον 70% αέριο (συνήθως N₂, CO₂ ή αέρα) στην επιφάνεια της οπής, ενώ τα ενεργοποιημένα ρευστά, συμπεριλαμβανομένων των αφρόνων, περιέχουν λιγότερες ποσότητες αερίου. Οι αφρόνες, είναι ειδικά σταθεροποιημένες φυσαλίδες που λειτουργούν ως υλικό γεφύρωσης ή απώλειας κυκλοφορίας (LCM) για τη μείωση των απωλειών λάσπης σε διαπερατούς και μικροδιαρρηγμένους σχηματισμούς. Τα υδατικά διατρητικά ρευστά γεώτρησης, γενικά, ονομάζονται λάσπες με βάση το νερό (WBMs), ενώ τα μη υδατικά ρευστά γεώτρησης (NAFs), συχνά αναφέρονται ως λάσπες με βάση το πετρέλαιο (OBM) ή με λάσπες συνθετικής βάσης (SBM). Τα OBM βασίζονται σε NAF που αποστάζονται από αργό πετρέλαιο. Περιλαμβάνουν πετρέλαιο ντίζελ, ορυκτά έλαια και επιλεγμένες γραμμικές παραμέτρους (LPs). Τα SBM, τα οποία είναι επίσης γνωστά ως λάσπες ψευδο-πετρελαίου, βασίζονται σε προϊόντα χημικής αντίδρασης κοινών πρώτων υλών όπως το αιθυλένιο. Περιλαμβάνουν ολεφίνες, εστέρες και συνθετικά LPs.

Τα ρευστά, διακρίνονται επίσης σε κανονικά και ειδικά, ανάλογα με την περίπτωση και τον σκοπό για τον οποίο χρησιμοποιούνται. Τα κανονικά διατρητικά ρευστά, χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις όπου δεν παρατηρούνται περίεργες συνθήκες. Η λάσπη θα σταθεροποιηθεί, οπότε οι ιδιότητές της είναι στο βαθμό που απαιτείται, ώστε να ελέγχουν τις συνθήκες εκτέλεσης της γεώτρησης. Το κύριο πρόβλημα που υπάρχει σε αυτό το είδος των ρευστών, είναι ο έλεγχος του ιξώδους. Οι γεωλογικοί σχηματισμοί, οι οποίοι διατρύονται με αυτού του είδους τη λάσπη είναι συνήθως οι σχιστόλιθοι και οι ψαμμίτες. Εφόσον, το κύριο πρόβλημα που παρατηρείται είναι το ιξώδες, αυτό σημαίνει ότι η ποσότητα και οι συνθήκες της κολλοειδούς αργίλου παίζουν σημαντικό ρόλο. Αυτό, αντιμετωπίζεται με δύο τρόπους, αρχικά με υδατοδιαλυτά πολυφωσφορικά, που μειώνουν το ιξώδες, αλλά και με καυστική σόδα και ταννίνες, που πάλι μειώνουν το ιξώδες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε κάτω από διάφορες συνθήκες από ότι τα πολυφωσφορικά.

Τα ειδικά διατρητικά ρευστά, χρησιμοποιούνται στην εξουδετέρωση συγκεκριμένων μη κανονικών συνθηκών κατά την πραγματοποίηση της διάτρησης. Τέτοιες συνθήκες αποτελούν για παράδειγμα, οι εκτεταμένες περιοχές με άλατα και οι υψηλές πιέσεις

των γεωλογικών σχηματισμών. Επίσης, έχουν ευρεία χρήση στην επίτευξη συγκεκριμένων στόχων, όπως για παράδειγμα γρηγορότερα ποσοστά διείσδυσης και μεγαλύτερη προστασία στις παραγωγικές ζώνες. Στην κατηγορία αυτή των ρευστών, εντάσσονται διαφορετικά είδη ρευστών, τα οποία χρησιμοποιούνται ειδικότερα σε ξεχωριστές περιπτώσεις, έχοντας το καθένα τις δικές του ξεχωριστές ιδιότητες.

Το πρώτο είδος ειδικού διατρητικού ρευστού, είναι η λάσπη με ασβεστιτική βάση (lime base muds). Αποτελεί μια λάσπη, η οποία έχει ως βάση το νερό, η οποία μπορεί να επεξεργαστεί, εφόσον προστεθούν σε αυτή καυστική σόδα, καθώς και ποσότητα ασβέστη. Το ρευστό αυτό, θα περάσει από ένα στάδιο με ιδιαίτερα υψηλό ιξώδες σε ένα στάδιο με χαμηλότερο ιξώδες. Τα πλεονεκτήματά του είναι, ότι αντέχουν σε μεγάλες ποσότητες ρύπων από άλατα, καθώς και ότι παραμένει σε ρευστή κατάσταση, όταν η περιεκτικότητα σε στερεά γίνεται ιδιαίτερα υψηλή. Η αδυναμία του συνίσταται στο γεγονός, ότι έχει την τάση να στερεοποιείται, όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες στην οπή. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν και οι λάσπες επεξεργασμένες με ασβέστη (lime treated muds), οι οποίες μοιάζουν με την προηγούμενη κατηγορία, ωστόσο διαφέρουν στο βαθμό. Το είδος αυτό, αποτελεί μια συμβιβαστική προσπάθεια αποφυγής του προβλήματος της ζελατινοποίησης υψηλής θερμοκρασίας. Η διαφορά με την προηγούμενη κατηγορία, έγκεινται στο γεγονός ότι εδώ χρησιμοποιείται λιγότερη ποσότητα ασβέστη και ότι δεν είναι τόσο ανθεκτική στις ποσότητες ρύπων από άλατα.

Το γαλάκτωμα λάσπης με πετρέλαιο σε νερό (emulsion muds oil in water), αποτελεί ακόμη ένα είδος ειδικού διατρητικού ρευστού. Το πετρέλαιο μπορεί να προστεθεί και στα κανονικά και στα ειδικά ρευστά διάτρησης, επιφέροντας σημαντικά αποτελέσματα. Στη συγκεκριμένη κατηγορία, δεν είναι αναγκαίες κάποιες ειδικές ιδιότητες. Κάποιοι φυσικοί ή ειδικοί γαλακτωματοποιητές, διατηρούν το πετρέλαιο σε αιώρηση μετά την ανάδευση. Τα είδη του πετρελαίου που χρησιμοποιούνται είναι είτε ντίζελ είτε ακατέργαστο πετρέλαιο. Το περιεχόμενο του πετρελαίου στη λάσπη, κυμαίνεται μεταξύ του 1% και του 40%. Τα πλεονεκτήματα του συγκεκριμένου ρευστού διάτρησης, είναι ότι αυτό διαθέτει πολύ σταθερές ιδιότητες, παραμένει εύκολα, δεν χρειάζεται υψηλό φιλτράρισμα και σχηματίζει λεπτό τοίχωμα φίλτρου (filter cake), βοηθά στους ταχύτερους ρυθμούς διείσδυσης και ελαττώνει την τριβή της οπής, καθώς προχωρά η διάτρηση. Το κύριο μειονέκτημά της, είναι ότι το πετρέλαιο της λάσπης, είναι δυνατό να καλύψει το πετρέλαιο του γεωλογικού σχηματισμού.

Οι λάσπες αναστολής (inhibited muds), είναι ακόμη μια κατηγορία. Αποτελούν λάσπες που περιέχουν φίλτρα αναστολής και προσθέτονται σε αυτές διαλυμένα άλατα. Συνήθως, είναι απαραίτητο να υπάρχουν υψηλές τιμές pH, ώστε να υπάρχουν καλύτερα αποτελέσματα. Χρησιμοποιούνται, ώστε να μειώνουν τη διόγκωση του σχηματισμού και το φίλτρο να αναστέλλει την υδάτωση της αργίλου. Στα μειονεκτήματα, περιλαμβάνονται η ειδική προσοχή που απαιτείται κατά τη χρήση της και οι ειδικές ηλεκτρικές διαγραφίες (loggings). Επίσης, οι λάσπες με μικρό ειδικό βάρος, δεν μπορούν να παραμείνουν χωρίς το πετρέλαιο, καθώς είναι και δύσκολο να

αυξηθεί το ιξώδες. Ακόμη, τα άλατα καταστρέφουν τις φυσικές ιδιότητες του φίλτρου των αργίλων.

Οι λάσπες με βάση τη γύψο (gypsum base muds), αποτελούν μια ειδική κατηγορία λασπών αναστολής. Περιλαμβάνουν μεγάλες ποσότητες θειϊκού ασβεστίου, φίλτρα που ελέγχονται από οργανικά κολλοειδή, καθώς πραγματοποιείται και προσθήκη 2lb/bbl γύψου στη λάσπη. Τα θετικά χαρακτηριστικά της, είναι ότι η λάσπη είναι ευσταθής, το φίλτρο δεν ενυδατώνει την άργιλο και η ζελατίνη έχει υψηλή αντοχή. Τα αρνητικά χαρακτηριστικά της, είναι ότι τα λειαντικά παραμένουν στη λάσπη και ότι διατηρείται το αέριο στη λάσπη.

Οι λάσπες με βάση το πετρέλαιο (oil base muds), συνιστούν μια κατηγορία, όπου το μέσο διασποράς είναι το πετρέλαιο αντί για το νερό. Τα πρόσθετα, πρέπει να είναι διαλυτά στο πετρέλαιο. Στα πλεονεκτήματα, περιλαμβάνονται ότι δεν ενυδατώνει τις αργίλους, έχει καλές λειαντικές ιδιότητες και υψηλότερους ρυθμούς διάτρησης. Στα μειονεκτήματα, περιλαμβάνονται το υψηλό της κόστος, απαιτούνται ειδικές ηλεκτρικές διαγραφίες, καθώς και ότι το ιξώδες ποικίλλει ανάλογα με τη θερμοκρασία.

Οι λάσπες με βάση το θαλασσινό νερό (salt water muds), οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν όταν είναι είτε πλήρως είτε μερικώς κορεσμένες. Δεν περιέχουν κάποιες ιδιότητες του φίλτρου και παρατηρείται η εύκολη απώλειά τους σε πορώδεις σχηματισμούς.

Οι πυριτικές λάσπες (silicate muds), οι οποίες αποτελούνται από κορεσμένο θαλασσινό νερό και από πυριτικό νάτριο. Έχουν σημαντικές επιδράσεις στους σχιστόλιθους, συμβάλλοντας στην πρόληψη της ανύψωσης και της απομάκρυνσης. Ωστόσο, είναι διαβρωτικές, ακριβές οικονομικά και δε δίνουν πολλά αποτελέσματα από τις ηλεκτρικές διαγραφίες.

Όπως προαναφέρθηκε, είναι δυνατό, μέσα στο διατρητικό ρευστό να προστεθούν και κάποια υλικά, τα οποία είναι γνωστά ως πρόσθετα (additives). Τα υλικά αυτά, είναι είτε αδρανή είτε έχουν ενεργή δράση μέσα στο ρευστό και προστίθενται μέσα σε αυτό, με σκοπό να εκτελέσουν κάποιες συγκεκριμένες λειτουργίες.

Ο έλεγχος της αλκαλικότητας και του pH, αποτελεί μια σημαντική λειτουργία, η οποία έχει ως στόχο να ελέγχει την οξύτητα ή την αλκαλικότητα του διατρητικού ρευστού. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται ως πρόσθετα για αυτήν την περίπτωση είναι η καυστική σόδα, ο ασβέστης και η δισανθρακική σόδα. Επίσης, τα

βακτηριοκτόνα, αποτελούν ακόμη μια ειδική λειτουργία, όπου σκοπός τους είναι να μειώσουν τον αριθμό των βακτηρίων μέσα στο ρευστό. Τα πιο συνηθισμένα πρόσθετα για αυτήν την κατηγορία είναι η καυστική σόδα, ο ασβέστης, η παραφορμαλδεΐδη και τα κολλοειδή πρόσθετα.

Η μείωση του ασβεστίου, είναι μια ακόμη λειτουργία, όπου έχει ως στόχο την πρόληψη και τη μείωση των περιστατικών της μόλυνσης του ρευστού από τις επιδράσεις των σουλφιδίων του ασβεστίου, όπως ο ανυδρίτης και η γύψος. Οι ουσίες που χρησιμοποιούνται ως πρόσθετα για αυτήν τη λειτουργία, είναι η καυστική σόδα, η σκόνη σόδας, η δισανθρακική σόδα και τα κύρια πολυφωσφορικά. Επίσης, διακρίνεται και η αναστολή της διάβρωσης, η οποία στοχεύει στον έλεγχο της διάβρωσης από τις επιδράσεις των σουλφιδίων του οξυγόνου και του υδρογόνου. Ενυδατωμένος ασβέστης και άλατα αμίνης χρησιμοποιούνται ως πρόσθετα, για να ελέγξουν αυτού του τύπου τη διάβρωση. Οι λάσπες με βάση το πετρέλαιο, διαθέτουν εξαιρετικές ιδιότητες αναστολής της διάβρωσης.

Επίσης, μια ειδική λειτουργία αποτελούν τα αντιαφριστικά. Αυτά, χρησιμοποιούνται για να ελαττώσουν τη δράση του αφρού στα άλατα και στο κορεσμένο θαλασσινό νερό σε συστήματα λασπών, μέσω της μείωσης της επιφανειακής τάσης. Οι γαλακτωματοποιητές, είναι επίσης μια λειτουργία, όπου προστίθενται αυτοί σε ένα σύστημα λάσπης, με σκοπό να δημιουργήσουν ένα ομογενές μίγμα από δύο υγρά (νερό και πετρέλαιο). Τα πιο συνηθισμένα πρόσθετα για αυτήν την περίπτωση, είναι τα τροποποιημένα λιγνοσουλφονικά, τα λιπαρά οξέα και τα παράγωγα αμίνης. Διακρίνεται, επίσης, η μείωση του φιλτραρίσματος, η οποία χρησιμοποιείται για να μειώσει την ποσότητα της απώλειας του νερού στους σχηματισμούς. Τα πρόσθετα για αυτή τη λειτουργία είναι οι άργιλοι μπεντονίτη, η CMC (νατριούχα καρβοξυμεθυλοκελυλόζη) και τα προζελατινοποιημένα κολλοειδή.

Τα κροκιδωτικά, αποτελούν μια ειδική κατηγορία, τα οποία χρησιμοποιούνται για να προκαλέσουν τα κολλοειδή μέρη που βρίσκονται σε αιώρηση, να σχηματίσουν κυψελίδες, προκαλώντας αυτά, με τη σειρά τους, τα στερεά να εγκατασταθούν. Οι πιο συνήθεις πρόσθετες ουσίες για αυτήν τη περίπτωση, είναι τα άλατα, ο ενυδατωμένος ασβέστης, η γύψος και τα νατριούχα τετραφωσφορικά. Επίσης, διακρίνονται τα υλικά απώλειας ρευστού. Αυτά τα στερεά αναστολής, χρησιμοποιούνται για να σφραγίσουν μεγάλα ανοίγματα των σχηματισμών, ώστε να συμβάλλουν στην πρόληψη της απώλειας ολόκληρου του διατρητικού ρευστού. Νιφάδες mica, χρησιμοποιούνται ως πρόσθετη ουσία για τη συγκεκριμένη περίπτωση. Επιπροσθέτως, ένας ιδιαίτερα σημαντικός παράγοντας είναι τα λιπαντικά που χρησιμοποιούνται στο κοπτικό άκρο.

Αυτά, ελαττώνουν τη ροπή στρέψης στο κοπτικό άκρο, μειώνοντας το συντελεστή τριβής. Ορισμένα έλαια και σαπούνια χρησιμοποιούνται σαν πρόσθετα στο διατηρητικό ρευστό λάσπης.

Ακόμη, πρόσθετες ουσίες χρησιμοποιούνται για την περίπτωση της συγκόλλησης του σωλήνα, σε μορφή σημειακών ρευστών στις περιοχές συγκόλλησης, έτσι ώστε να μειώσουν την τριβή, να αυξήσουν τη λίπανση και να αναστέλλουν την ενυδάτωση του σχηματισμού. Αυτές οι ουσίες είναι τα έλαια, σαπούνια και επιφανειοδραστικές ουσίες. Επίσης, πρόσθετα υλικά χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο του σχιστόλιθου, με σκοπό την πρόληψη για την ενυδάτωση, το σχηματισμό κοιλοτήτων και το διαχωρισμό των αργιλικών και σχιστολιθικών σχηματισμών. Τα υλικά αυτά είναι η γύψος, το πυριτικό νάτριο και τα ασβεστιτικά λιγνοσουλφονικά. Ακόμη, σχετικά με τον παράγοντα του βάρους, διάφορα υλικά έχουν ευρεία χρήση, ώστε να παρέχουν ένα σταθμισμένο υγρό υψηλότερου βάρους από το ειδικό βάρος του διατηρητικού ρευστού. Τέτοια υλικά, αποτελούν ο βαρύτης, ο αιματίτης, το ανθρακικό ασβέστιο και ο γαληνίτης.

Είναι αναγκαίο, λοιπόν, να γίνεται κάθε φορά η επιλογή του πιο κατάλληλου διατηρητικού ρευστού. Αυτό συμβαίνει διότι, το κόστος του διατηρητικού ρευστού μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό ποσοστό του συνολικού κόστους μιας γεώτρησης. Συχνά, το κόστος αναφέρεται σε ανά μονάδα μήκους, το οποίο λαμβάνει υπόψη τυχόν προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν (και αποφεύχθηκαν), όπως του κολλημένου σωλήνα. Σε πολλές περιπτώσεις, το κόστος που αποδίδεται στο ρευστό περιλαμβάνει επίσης το κόστος που σχετίζεται με τον έλεγχο / διαχείριση στερεών και τη διάθεση των αποβλήτων. Επομένως, είναι εξίσου σημαντικό, να ελαχιστοποιηθεί το κόστος που συνδέεται με αυτά τα δύο, καθώς πρέπει να εξασφαλιστεί, ότι το ρευστό γεώτρησης εκπληρώνει τις βασικές του λειτουργίες. Οι λάσπες, οι οποίες απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή, καθώς και ο εξοπλισμός για τον έλεγχο των επιπέδων και των τύπων στερεών συχνά συνεπάγονται υψηλότερο κόστος. Ομοίως, οι λάσπες που παράγουν υγρά απόβλητα και θρύμματα, τα οποία πρέπει να απομακρύνονται (και ενδεχομένως να υποβάλλονται σε επεξεργασία αντί να απορρίπτονται απευθείας στο περιβάλλον), γενικά συνεπάγονται υψηλότερο κόστος.

Μέχρι πρόσφατα, τα απόβλητα WBMs δεν απαιτούν καμία επεξεργασία και θα μπορούσαν να απορρίπτονται απευθείας στο περιβάλλον. Ωστόσο, ορισμένα στοιχεία των WBM περιορίζονται όλο και περισσότερο ή απαγορεύονται. Τα OBM, τείνουν να περιορίζονται ακόμη περισσότερο από τα WBMs, ειδικά από την ακτή, και σε πολλά σημεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο εάν η στρατηγική μηδενικής απόρριψης εγκρίνεται. Από την άλλη πλευρά, τα SBM μπορούν συχνά να

απορρίπτονται απευθείας στη θάλασσα εάν πληρούν ορισμένα κριτήρια τοξικότητας / βιοδιασπασιμότητας. Ως αποτέλεσμα, αν και τα SBM γενικώς συνεπάγονται υψηλότερο αρχικό κόστος από τα OBM, το κόστος διάθεσης για SBM τείνει να είναι σημαντικά μικρότερο, γεγονός που μπορεί να τα καταστήσει οικονομικότερα.

Κεφάλαιο 2.2: Η αστάθεια μιας γεώτρησης και η σχέση της με γεωλογικές παραμέτρους, τα κριτήρια συσσώρευσης υδρογονανθράκων.

Η αστάθεια μιας γεώτρησης, προκαλείται από διάφορους παράγοντες και διαχωρίζεται σε διαφορετικές κατηγορίες, όπως έχει προαναφερθεί. Ωστόσο, κρίνεται απαραίτητο να τονιστεί ότι, οι γεωλογικές παράμετροι, δηλαδή οι διαφορετικοί γεωλογικοί σχηματισμοί και οι τύποι πετρωμάτων, που συναντώνται κατά τη διάρκεια εκτέλεσης μιας γεώτρησης, παίζουν εξίσου πρωτεύοντα ρόλο, διότι επηρεάζουν την πιθανή ύπαρξη ασταθούς γεώτρησης. Για αυτό το λόγο, είναι σημαντικό, να εξεταστεί η περιοχή, στην οποία επρόκειτο να πραγματοποιηθεί η γεώτρηση, όσον αφορά τις γεωλογικές δομές που επικρατούν σε αυτή και τους γεωλογικούς σχηματισμούς.

Τα ιζηματογενή πετρώματα αποτελούν, σήμερα, την κατηγορία εκείνη των πετρωμάτων, στην οποία παράγονται και αποθηκεύονται οι μεγαλύτερες ποσότητες υδρογονανθράκων. Κάθε τύπος ιζηματογενούς πετρώματος, σχηματίζεται σε ένα καθορισμένο ιζηματογενές περιβάλλον, το οποίο έχει σχέση με τις φυσικές και τις χημικές συνθήκες, από τις οποίες έχει αποτεθεί ή σχηματιστεί. Οι αρχικές περιβαλλοντικές συνθήκες, μπορούν να επηρεάσουν το κατά πόσον ένας σχηματισμός έχει τη δυνατότητα, ώστε να μπορούν να αποτεθούν εκεί κοιτάσματα υδρογονανθράκων. Τα ιζηματογενή πετρώματα, που σχετίζονται με τα κοιτάσματα πετρελαίου και φυσικού αερίου είναι τα εξής: Αρχικά, οι ψαμμίτες και τα ανθρακικά πετρώματα, εμφανίζονται σαν ταμιευτήρες (reservoirs) πετρελαίου, οι σχιστόλιθοι, οι οποίοι αποτελούν πηγή παραγωγής και γένεσης υδρογονανθράκων, αλλά εμφανίζονται και ως πέτρωμα – κάλυμμα σε ένα σύστημα πετρελαίου, οι εβαπορίτες, οι οποίοι αποτελούν ένα πέτρωμα κάλυμμα και τέλος οι άνθρακες, οι οποίοι εμφανίζονται σαν πιθανή πηγή παραγωγής φυσικού αερίου.

Οι σχιστόλιθοι, αποτελούν την πλειοψηφία των σχηματισμών, στους οποίους πραγματοποιούνται γεωτρήσεις και προκαλούν τα περισσότερα προβλήματα όσον αφορά την αστάθεια της γεώτρησης, τα οποία κυμαίνονται από την έκπλυση μέχρι την πλήρη κατάρρευση της οπής. Οι σχιστόλιθοι, είναι ιζηματογενή πετρώματα που αποτελούνται από πηλό, ιλύ και, σε ορισμένες περιπτώσεις, από λεπτόκοκκη άμμο.

Οι κατηγορίες του σχιστόλιθου ποικίλλουν, από πλούσιο σε πηλό (σχετικά αδύναμο) έως σχιστολιθικό πηλόλιθο (ιδιαίτερα τσιμεντοποιημένο) και έχουν κοινά χαρακτηριστικά, όπως για παράδειγμα εξαιρετικά χαμηλή διαπερατότητα και υψηλή αναλογία ορυκτών της αργίλου. Περισσότερο από το 75% των σχηματισμών στους οποίους πραγματοποιούνται οι γεωτρήσεις πετρελαίου παγκοσμίως, είναι σχηματισμοί σχιστόλιθου. Στον σχιστόλιθο, ωστόσο, παρατηρούνται κάποια προβλήματα αστάθειας. Το κόστος γεώτρησης που αποδίδεται στα προβλήματα αυτά, κυμαίνεται σε κάποια δισεκατομμύρια δολάρια το χρόνο. Η αιτία της αστάθειας του σχιστόλιθου είναι διπλή: Αρχικά είναι μηχανική (αλλαγή των τάσεων έναντι περιβάλλοντος και σχιστόλιθου) και χημική (αλληλεπίδραση σχιστόλιθου / υγρού-τριχοειδής πίεση, οσμωτική πίεση, διάχυση της πίεσης, εισβολή ρευστού γεώτρησης στο σχιστόλιθο).

Εκτός, όμως, από τους γεωλογικούς σχηματισμούς, υπάρχουν και κάποιες γεωλογικές δομές, οι οποίες όταν παρουσιαστούν κατά την πραγματοποίηση της γεώτρησης, μπορούν να προκαλέσουν την αστάθειά της.

Τα ρήγματα αποτελούν μια τέτοια γεωλογική δομή και είναι ικανά να προκαλέσουν αστάθεια σε μια γεώτρηση για τους ακόλουθους λόγους: Τα ρήγματα, είναι δυνατό να λειτουργήσουν ως αγωγοί πετρελαίου και φυσικού αερίου υψηλής πίεσης από το βάθος. Τείνουν να είναι η αιτία των υπερσυμπιεσμένων σχηματισμών, κάτι το οποίο μπορεί να είναι εξαιρετικά επικίνδυνο. Αν παρουσιαστεί κατά τη διάρκεια της γεώτρησης ένα ρήγμα αυτού του τύπου, τότε μπορεί να συμβεί ξαφνική εισροή υδρογονανθράκων μέσα στη γεώτρηση, προκαλώντας έτσι ένα λάκτισμα, με αποτέλεσμα αυτό να επιφέρει και την αστάθειά της. Συχνά, δεν υπάρχει κάποια προειδοποίηση ότι υπάρχει ένα ρήγμα, οπότε η αναγνώρισή του από σεισμικές διαδικασίες είναι σημαντική. Επίσης, εάν ένα ρήγμα είναι αδιαπέρατο, τότε αυτό μπορεί να διαχωρίσει εκείνη την περιοχή σε δύο καθεστώτα πίεσης των αντιθέτων πόρων, τα οποία μπορούν να προκαλέσουν διάφορα προβλήματα. Το πρώτο καθεστώς που δημιουργείται, παρατηρείται στην περιοχή κάτω από το ρήγμα. Εάν αυτή έχει σημαντικά υψηλότερη πίεση σχηματισμού και πορώδες, τότε υπάρχει μια πιθανότητα να συμβεί ένα λάκτισμα. Το δεύτερο καθεστώς που δημιουργείται είναι, να περάσει ένα ρήγμα σε μια ζώνη πορώδη με χαμηλότερη πίεση. Τότε, θα υπάρξουν οι εξής συνέπειες: Είναι δυνατό να συμβεί απώλεια ρευστού, η οποία με τη σειρά της παρουσιάζει προβλήματα που σχετίζονται με απώλεια της υδροστατικής κεφαλής, η οποία έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια του κύριου ελέγχου της γεώτρησης. Μπορεί να προκύψει θραύση του σχηματισμού, εάν το χρησιμοποιούμενο βάρος λάσπης είναι

μεγαλύτερο από την αντοχή στη θραύση του σχηματισμού, οδηγώντας σε απώλειες ρευστού και πιθανά προβλήματα οπών. Τέλος, η διαφορική συγκόλληση αποτελεί κίνδυνο, εάν η ζώνη χαμηλότερης πίεσης είναι πορώδης και υπάρχουν απώλειες.

Όταν συνεχίζεται η διάτρηση και υπάρχει ένα ρήγμα σε ανοιχτή οπή, χωρίς αγκίστρωση, είναι απαραίτητο να υπάρχει προσοχή. Ένα ρήγμα, παρόλο που ίσως να μην έχει αρχικά επηρεάσει τη διάτρηση, εξακολουθεί να είναι ένα δυνητικό επίπεδο αδυναμίας. Έτσι, μειώνεται και αυξάνεται η σχετική υδροστατική κεφαλή. Η αύξηση της σχετικής υδροστατικής κεφαλής, μπορεί να ανοίξει ένα ρήγμα, με αποτέλεσμα να υπάρχουν απώλειες και θραύση του σχηματισμού.

Μια ακόμη γεωλογική δομή, που επηρεάζει την ευστάθεια μιας γεώτρησης, είναι η πτύχωση. Το πρόβλημα της αστάθειας της γεώτρησης εμφανίζεται, αν η γωνία βύθισης των στρωμάτων που παρεμποδίζονται από τη γεώτρηση είναι υψηλή. Οι σχηματισμοί όπως οι σχιστόλιθοι, τείνουν να σπάζουν ή να ολισθαίνουν καθιστώντας τη γεώτρηση ασταθή. Η σύνθεση του πετρώματος είναι, επομένως, πολύ σημαντική όταν κρίνεται η σταθερότητα της οπής. Το καλώς συνδεδεμένο ομοιογενές υλικό θα πρέπει να παραμείνει σταθερό, π.χ., σκληρός, μη σχηματιζόμενος ασβεστόλιθος. Εντούτοις, το χαλαρό, λεπτόκοκκο υλικό με μεταλλικές στρώσεις, όπως ο χλωρίτης που δρα ως επίπεδο ολίσθησης, μπορεί να είναι εξαιρετικά ασταθές. Η βαρύτητα, μπορεί να ξεπεράσει την εσωτερική αντίσταση του πετρώματος.

Οι διακλάσεις των πετρωμάτων, επίσης, μπορούν να επηρεάσουν την ευστάθεια μιας γεώτρησης. Αυτές, μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα απωλειών, ειδικά σε τύπους εύθραυστων πετρωμάτων. Ωστόσο, οι θραύσεις είναι πολύ σημαντικές σε πολλούς ταμιευτήρες ανθρακικών πετρωμάτων, καθώς ο ασβεστόλιθος δεν μπορεί να έχει κάποιο ή μόνο μικρό αρχικό πορώδες, αλλά σε αυτήν την περίπτωση, ο όγκος των θραύσεων ενεργεί ως ταμιευτήρας.

Για τη συσσώρευση των υδρογονανθράκων, υπάρχουν κάποια κριτήρια. Τα περισσότερα κοιτάσματα πετρελαίου και φυσικού αερίου στον κόσμο, βρίσκονται σε ανθρακικά πετρώματα ή ψαμμίτες. Εντούτοις, περιστασιακά, υπάρχουν ταμιευτήρες που αποτελούνται από σχιστόλιθο ή είναι δυνατή η ύπαρξη κοιτασμάτων μέσα σε μια κατακερματισμένη λεκάνη. Όσον αφορά τους όγκους των ιζηματογενών πετρωμάτων, οι ψαμμίτες είναι πιο άφθονοι από τα ανθρακικά πετρώματα, όμως τα περισσότερα αποθέματα υδρογονανθράκων στον πλανήτη, είναι σε ανθρακικά πετρώματα. Πρέπει να σημειωθεί, ότι ο αριθμός αυτός επηρεάζεται από τον όγκο στη Μέση Ανατολή, όπου κυριαρχούν τα ανθρακικά πετρώματα. Τα περισσότερα κοιτάσματα πετρελαίου και φυσικού αερίου που παράγονται από τους ψαμμίτες, προέρχονται από ιζήματα ποταμών, εκεί όπου οι ταμιευτήρες περιέχονται συχνά σε δελταϊκά σύμπλοκα. Παραδείγματα αυτού στο τριτοβάθμιο είναι ο McKenzie στον Καναδά και ο κόλπος Prudo της Αλάσκας. Οι αιολικές αποθέσεις είναι πολύ πιο σπάνιες, αλλά μπορούν να έχουν μεγάλη σημασία. Ένα καλό παράδειγμα είναι το πετρέλαιο Gronigen Gas στην Ολλανδία. Αυτό περιλαμβάνεται στον σχηματισμό Rotliegend του Περμίου, ο οποίος εκτείνεται από τη ΝΑ Αγγλία μέσω των Κάτω

Χωρών στη Γερμανία και είναι σημαντικός παραγωγός φυσικού αερίου στον νότιο τομέα της Βόρειας Θάλασσας. Η πλειοψηφία των ανθρακικών αποθεμάτων, βρίσκεται σε περιβάλλοντα ανακυκλώσεων. Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένα σημαντικά πεδία τα οποία δεν βασίζονται σε ανακύκλωση. Οι ταμιευτήρες των δολομιτών, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην παραγωγή ανθρακικών αποθεμάτων.

Υπάρχουν τέσσερα βασικά κριτήρια για τη συσσώρευση υδρογονανθράκων. Το πρώτο κριτήριο συνιστά την ύπαρξη μιας παγίδας για τη συσσώρευση του πετρελαίου. Το δεύτερο κριτήριο, απαιτεί να υπάρχει ένα πέτρωμα ταμιευτήρας (reservoir), ο οποίος έχει κατάλληλο πορώδες και διαπερατότητα για να συγκρατεί τους υδρογονάνθρακες και να τους επιτρέπει να μεταναστεύουν. Το τρίτο κριτήριο, αναφέρεται στην ύπαρξη ενός πετρώματος που λειτουργεί σαν πηγή, με το σωστό υλικό προέλευσης, από το οποίο μπορούν να παραχθούν υδρογονάνθρακες. Το τέταρτο κριτήριο, συνιστά ένα πέτρωμα κάλυμμα, το οποίο είναι αδιαπέρατο, για να παγιδεύονται οι υδρογονάνθρακες και να εμποδίζεται η μετανάστευσή και η διαφυγή τους στην επιφάνεια.

Η κατανομή των αποθεμάτων του πετρελαίου και του φυσικού αερίου μέσα στον ταμιευτήρα, εξαρτάται από τις πυκνότητες των υγρών και τις λεπτομερείς ιδιότητες του πετρώματος. Η απλούστερη περίπτωση κατανομής είναι το αέριο να βρίσκεται στην κορυφή, το πετρέλαιο στην κεντρική περιοχή και το νερό στη βάση. Γενικά, υπάρχει μια ζώνη μετάβασης και όχι μια απότομη οριοθέτηση μεταξύ δύο συστατικών μέσα στον ταμιευτήρα.

Ο ταμιευτήρας, είναι αναγκαίο να έχει κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Ένα από αυτά είναι και το πορώδες. Το πορώδες, μπορεί να οριστεί ως τα κενά που υπάρχουν μέσα σε ένα πέτρωμα και εκφράζεται ως ποσοστό του συνολικού όγκου του πετρώματος. Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι πορώδους: το κύριο πορώδες και το δευτερεύον πορώδες. Το πρωτογενές πορώδες μπορεί να οριστεί ως το πορώδες όταν καταβυθίστηκε το ίζημα. Αυτό μπορεί περαιτέρω να διαιρεθεί σε ενδοκοκκώδες και ενδοσωματικό πορώδες. Το δευτερεύον πορώδες αναπτύσσεται μετά την απόθεση ιζημάτων. Μια γενίκευση που μπορεί να γίνει σχετικά με το πορώδες στις ψαμμίτες είναι ότι τείνει να μειώνεται με το βάθος της ταφής.

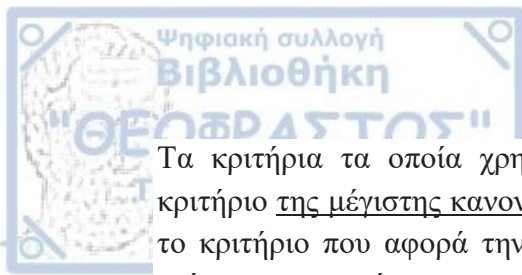
Ένα ακόμη χαρακτηριστικό αποτελεί η διαπερατότητα. Η διαπερατότητα, μπορεί να περιγραφεί, ως η σχέση της ευκολίας της κίνησης ρευστού μεταξύ των διασυνδεδεμένων χώρων. Αυτό, εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως το μέγεθος και η γεωμετρία των πόρων, η πυκνότητα υγρού, το ιξώδες, οι συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας. Η διαπερατότητα ενός πετρώματος μπορεί να μειωθεί αν υπάρχουν περισσότερα από ένα ρευστά. Πρέπει να σημειωθεί ότι το καλό πορώδες δεν συνδέεται αυτόματα με την καλή διαπερατότητα. Ένα πέτρωμα, μπορεί να έχει καλό πορώδες αλλά κακή διαπερατότητα, ιδιαίτερα σε ορισμένες κατευθύνσεις, λόγω της συμπύκνωσης και της αναγέννησης ορυκτών γύρω από τους κόκκους.

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν τόσο τη διαπερατότητα όσο και το πορώδες. Αυτοί οι παράγοντες ποικίλλουν, αναλόγως, μεταξύ διαφορετικών τύπων πετρωμάτων. Αυτοί είναι το μέγεθος κόκκων, η ταξινόμηση των κόκκων, η υφή των κόκκων, ο βαθμός στρωμάτωσης των δευτερογενών ορυκτών στην άμμο, η τσιμεντοποίηση (τύπος τσιμέντου για παράδειγμα ασβεστίτη, πυρίτιο και έκταση τσιμεντοποίησης), η συμπύκνωση. Η ύπαρξη τόσων πολλών παραγόντων που επηρεάζουν έναν ταμιευτήρα, καθιστά την ανάλυση περίπλοκη διαδικασία και αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχουν δύο ταμιευτήρες ίδιοι. Μεγάλες παραλλαγές συμβαίνουν επίσης μέσα στον ίδιο τον ταμιευτήρα, που καθιστά την ανάλυσή του πολύπλοκη.

Κεφάλαιο 2.3 : Οι μηχανολογικές και χημικές παράμετροι της αστάθειας μιας γεώτρησης.

Πριν από τη διαδικασία της διάτρησης, η αντοχή του πετρώματος σε κάποιο βάθος, βρίσκεται σε ισορροπία με τις επιτόπιες τάσεις του πετρώματος (τάση υπερκείμενου φορτίου, εγκλεισμένες οριζόντιες τάσεις). Καθώς πραγματοποιείται, λοιπόν, μια διάτρηση, διαταράσσεται η ισορροπία μεταξύ της αντοχής του βράχου και των επί τόπου τάσεων (in situ). Επιπροσθέτως, εισβάλλουν ρευστά μέσα στη γεώτρηση και αρχίζει, έτσι, μια διαδικασία αλληλεπίδρασης (interaction) μεταξύ του γεωλογικού σχηματισμού και των ρευστών της γεώτρησης. Αυτό, έχει ως αποτέλεσμα να υπάρξει πιθανό πρόβλημα αστάθειας της γεώτρησης. Οι παράμετροι οι οποίες παίζουν σημαντικό ρόλο είναι οι επί τόπου τάσεις (in situ), η πίεση των πόρων (P_p), οι ιδιότητες του γεωλογικού σχηματισμού στον οποίο γίνεται η διάτρηση, καθώς και οι χημικές ιδιότητες του γεωλογικού σχηματισμού και των διατρητικών ρευστών. Οι επί τόπου τάσεις και η πίεση των πόρων, ανήκουν στις μηχανολογικές παραμέτρους αστάθειας μιας γεώτρησης.

Η μηχανική αστάθεια μιας γεώτρησης πραγματοποιείται, καθώς οι τάσεις οι οποίες δρουν πάνω στο πέτρωμα, υπερβαίνουν τη συμπίεση ή την εφελκυστική αντοχή του πετρώματος. Η αστοχία από μια συμπίεση, προκαλείται από τις διατμητικές τάσεις, ως αποτέλεσμα του χαμηλού ειδικού βάρους λάσπης, ενώ η αστοχία από έναν εφελκυσμό προκαλείται από τις κανονικές τάσεις, ως αποτέλεσμα του πολύ υψηλού ειδικού βάρους της λάσπης. Έτσι, υπάρχουν κάποια κριτήρια τα οποία, είναι δυνατόν να προβλέψουν τα προβλήματα αστάθειας μιας γεώτρησης.



Τα κριτήρια τα οποία χρησιμοποιούνται για αυτόν τον σκοπό, είναι αρχικά το κριτήριο της μέγιστης κανονικής τάσης, όταν συμβαίνει μια αστοχία εφελκυσμού και το κριτήριο που αφορά την παραμόρφωση από συμπίεση, είναι αυτό της μέγιστης ενέργειας παραμόρφωσης, όταν λαμβάνει χώρα μια αστοχία συμπίεσης. Όσον αφορά το κριτήριο της μέγιστης κανονικής τάσης, η αστοχία λαμβάνει χώρα όταν, κάτω από τη δράση των συνδυασμένων τάσεων, μία από τις κύριες τάσεις από αυτές που δρουν, φτάνει στην τιμή αστοχίας της αντοχής σε εφελκυσμό του πετρώματος. Σχετικά με το κριτήριο της μέγιστης ενεργειακής παραμόρφωσης, συμβαίνει αστοχία όταν, κάτω από τη δράση των συνδυασμένων τάσεων, η ενέργεια της παραμόρφωσης φτάνει στην ίδια τιμή ενέργειας, για την οποία αστοχεί το πέτρωμα, κάτω από την καθαρή τάση. Η λάσπη (mud) που χρησιμοποιείται ως διατρητικό ρευστό κατά τη διάρκεια πραγματοποίησης της γεώτρησης, έχοντας μια συγκεκριμένη πυκνότητα, ενδέχεται να μην μπορεί να επαναφέρει τις τάσεις οι οποίες αλλοιώθηκαν, στην αρχική τους κατάσταση.

Σε ένα γεωμηχανικό μοντέλο, λοιπόν, χρησιμοποιούνται κάποιοι μαθηματικοί τύποι, οι οποίοι εκφράζουν αυτές τις τάσεις, οι οποίες δρουν πάνω σε ένα πέτρωμα :

Κατακόρυφη τάση: ${}^4 S_v(z_o) = \int_o^{z_o} p \, g \, dz$

Μέγιστη Οριζόντια Τάση : ${}^4 S_{Hmax} \, magnitude = \text{μοντελοποίηση αστοχίας γεώτρησης}$

Ελάχιστη κύρια Τάση : ${}^4 S_{hmin} = LOT, XLOT, minifrac$

Προσανατολισμός της τάσης : ${}^4 \text{Προσανατολισμός της αστοχίας της γεώτρησης}$

Πίεση των πόρων : ${}^4 P_p = \text{Ηχητική, σεισμική μέτρηση}$

Στις χημικές παραμέτρους αστάθειας μιας γεώτρησης, περιλαμβάνονται οι χημικές ιδιότητες του γεωλογικού σχηματισμού στον οποίο γίνεται η διάτρηση, οι ιδιότητες των διατρητικών ρευστών, καθώς και η αλληλεπίδραση του γεωλογικού σχηματισμού με τη γεώτρηση. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο σχιστόλιθος, στον οποίο έγινε αναφορά και σε προηγούμενο κεφάλαιο.

⁴GEORGAKOPOULOS ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ.pdf

Η αστάθεια που προκαλείται, όταν κατά τη διάτρηση συναντάται ο γεωλογικός σχηματισμός του σχιστόλιθου, συνίσταται στην αλληλεπίδραση της διάτρησης και του σχιστόλιθου, η οποία μεταβάλλει τη μηχανική αντοχή σχιστόλιθου καθώς και την πίεση πόρων του πετρώματος, κοντά στα τοιχώματα της γεώτρησης. Οι παράμετροι, οι οποίες συμβάλλουν στο πρόβλημα αυτό περιλαμβάνουν την τριχοειδή πίεση, την οσμωτική πίεση, τη διάχυση της πίεσης κοντά στα τοιχώματα της γεώτρησης και την εισβολή του ρευστού της διάτρησης στο σχιστόλιθο, όταν παρατηρείται η υπερφόρτωση της γεώτρησης.

Μέρος 3^ο : Οι συνέπειες της αστάθειας μιας γεώτρησης και η αντιμετώπισή τους.

Κεφάλαιο 3.1 : Η απώλεια της κυκλοφορίας του ρευστού και η αντιμετώπισή του.

Γενικά, η συνολική πρόληψη και αντιμετώπιση της αστάθειας μιας γεώτρησης δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα, διότι η αποκατάσταση των φυσικών και χημικών επί τόπου συνθηκών του πετρώματος είναι αδύνατο να επιτευχθεί. Ωστόσο, υπάρχουν κάποιες καλές και αποτελεσματικές πρακτικές, οι οποίες μπορούν να συμβάλλουν με τη βοήθειά τους στην πρόληψη και των προβλημάτων αστάθειας. Σε αυτές τις πρακτικές περιλαμβάνονται η σωστή επιλογή και συντήρηση του κατάλληλου ειδικού βάρους της λάσπης, η χρήση του κατάλληλου υδραυλικού συστήματος για τον έλεγχο της ισοδύναμης πυκνότητας της κυκλοφορίας (ECD), η ορθή επιλογή της τροχιάς της διάτρησης, καθώς και η χρήση του κατάλληλου ρευστού διάτρησης, το οποίο πρέπει να είναι συμβατό με το γεωλογικό σχηματισμό που διατρύεται. Επιπροσθέτως, κάποιες ακόμη πρακτικές που είναι απαραίτητο να εφαρμοστούν είναι η ελαχιστοποίηση του χρόνου ο οποίος αφιερώνεται στην ανοιχτή

οπή, καθώς και η παρακολούθηση των τάσεων μεταβολής, για παράδειγμα της ροής, της πίεσης κυκλοφορίας, της συμπλήρωσης κατά τη διάρκεια της διάτρησης, καθώς και η συνεργασία και η ανταλλαγή πληροφοριών.

Όταν κατά την πραγματοποίηση μιας γεώτρησης παρατηρείται να συμβαίνει αστάθεια σε αυτή, αυτό έχει ως αποτέλεσμα να προκαλούνται και κάποιες συνέπειες, οι οποίες επιφέρουν μερικές αρνητικές επιπτώσεις στη διαδικασία της διάτρησης. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν η απώλεια της κυκλοφορίας του διατρητικού ρευστού, καθώς και η συγκόλληση του σωλήνα.

Η απώλεια της κυκλοφορίας του διατρητικού ρευστού, αποτελεί, δυνητικά, ένα από τα πιο ακριβά προβλήματα που μπορούν να προκύψουν από την αστάθεια κατά τη διαδικασία της διάτρησης. Αυτό συμβαίνει, διότι μεγάλες ποσότητες του ρευστού διάτρησης είναι δυνατό να χαθούν πριν αποκατασταθούν οι απώλειες ή μειωθούν σε ένα αποδεκτό επίπεδο. Η απώλεια του διατρητικού ρευστού, δε συνεπάγεται απόλυτα ολικές απώλειες, αντιθέτως περιλαμβάνει μερικές απώλειες ή διαρροές. Η ποικιλία των προβλημάτων που προκλήθηκαν από την απώλεια κυκλοφορίας του διατρητικού ρευστού, εκτείνεται από ρηχές μη στερεοποιημένες άμμους έως καλά ενοποιημένους σχηματισμούς, οι οποίοι μπορούν να σπάσουν από τις υδροστατικές πιέσεις που τους επιβάλλει η λάσπη διάτρησης (mud). Επιπλέον, σχετικές δραστηριότητες όπως η κυκλοφορία του ρευστού και η κίνηση του σωλήνα, μπορούν να προκαλέσουν απώλειες. Η κυκλοφορία του ρευστού χάνεται υπό μία ή περισσότερες από τις εξής συνθήκες : από υψηλά ρυπογόνους και διαπερατούς σχηματισμούς, όπως το χαλίκι, σπηλαιώδεις ή ασβεστολιθικούς ασβεστόλιθους. Επίσης, και οι ρηγματωμένοι σχηματισμοί μπορούν να επιτρέψουν στα σωματίδια της λάσπης να διεισδύσουν στο σχηματισμό. Ο βαθμός των απωλειών θα εξαρτηθεί από το μέγεθος των ανοιγμάτων του σχηματισμού και τις ιδιότητες της στεγανότητας της λάσπης κατά τη χρήση. Ακόμη, οι αδύναμοι σχηματισμοί, μπορούν να διασπαστούν με τη χρήση υπερβολικά υψηλού ειδικού βάρους λάσπης, υψηλής ισοδύναμης κυκλοφοριακής πυκνότητας, υπερβολικής πίεσης που προκαλείται από υπερβολικά γρήγορη ροή μέσα στο σωλήνα, συσκευασμένους σταθεροποιητές και αρχική πίεση κυκλοφορίας που χρησιμοποιείται ώστε να διακοπεί η κυκλοφορία σε θιξοτροπικές λάσπες. Επιπροσθέτως, οι πολύ υψηλές στήλες τσιμέντου, μπορούν να σπάσουν τους αδύναμους σχηματισμούς, όπως και η έλλειψη προσοχής κατά τη διεξαγωγή δοκιμών διαρροής στη σωλήνωση, μπορεί να οδηγήσει σε θραύση του σχηματισμού. Όταν χρησιμοποιούνται λάσπες με χαμηλή απώλεια ρευστού, η διαρροή μπορεί να συμβεί πολύ κοντά στην πίεση διάδοσης του θραύσματος. Για αυτό το λόγο, οι δοκιμές θα πρέπει πάντα να διακόπτονται όσο το δυνατόν συντομότερα, διότι όλοι οι σχηματισμοί δεν παρουσιάζουν ιδιότητες αποκατάστασης. Επίσης, οι υπερβολικοί ρυθμοί διείσδυσης κατά τη διάτρηση μπορούν να δημιουργήσουν λάσπη με υψηλό βάρος στο δακτύλιο. Αυτό μπορεί να προκαλέσει τη θραύση του σχηματισμού και να δημιουργηθούν απώλειες.

Η αντιμετώπιση της απώλειας του διατρητικού ρευστού, είναι δυνατόν να αντιμετωπιστεί με συμπίεσεις. Στη μέθοδο αυτή, χρησιμοποιείται η ικανότητα διόγκωσης του μπεντονίτη παρουσία νερού. Ειδικότερα, η αντλία τσιμέντου και οι γραμμές καθαρίζονται καλά με πετρέλαιο ντίζελ, για να απομακρυνθούν όλα τα ίχνη νερού. Στη συνέχεια, ένας διαχωριστήρας ντίζελ αντλείται προς τα κάτω στον κοχλία τρυπανιού με το σωλήνα της μύτης ή της ουράς ακριβώς πάνω από τη ζώνη απώλειας της κυκλοφορίας. Στη συνέχεια, 300 ppb μπεντονίτη σε πετρέλαιο ντίζελ αντλείται σε ένα δισκίο των 20 bbl και αυτό το μίγμα ακολουθείται με διαχωριστή πετρελαίου ντίζελ. Ύστερα, μετατοπίζεται το προηγούμενο μίγμα στο κομμάτι με λάσπη και αντλείται ταυτόχρονα κάτω από το δακτύλιο και το σωλήνα διάτρησης, εφαρμόζοντας συμπίεση με μια πίεση της τάξης των 100 – 300 p.s.i. Ενώ ο μπεντονίτης μπορεί να αντληθεί όταν αναμιχθεί σε ντίζελ, μόλις έρθει σε επαφή με το νερό, σχηματίζει ένα πολύ παχύρρευστο υλικό σαν στόκο, το οποίο μπορεί να διασπάσει το σχηματισμό. Αυτή η μέθοδος είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική όταν χρησιμοποιείται σε γεωτρήσεις, όπου έχουν χαθεί σημαντικές ποσότητες νερού πριν από την προσπάθεια της συμπίεσης.

Όταν προκύπτουν απώλειες που υπερβαίνουν τα 100 bbl ανά ώρα ή όταν απαιτούνται επιχειρησιακές συνθήκες, πρέπει να χρησιμοποιηθούν έμβολα τσιμέντου για την αποκατάσταση των απωλειών. Θα πρέπει να χρησιμοποιείται τσιμέντο μικρού ειδικού βάρους. Τα έμβολα τσιμέντου, πρέπει να τοποθετηθούν πάνω από τη ζώνη απώλειας και να διατρηθούν πριν από την πλήρη σκλήρυνσή του, για να αποτραπεί το κομμάτι από την περιπλάνηση τους στο σχηματισμό, που είναι μάλλον μαλακότερο από το τσιμέντο όταν έχει πλήρως σκληρυνθεί.

Μερικές φορές, κάποιες απώλειες δεν είναι δυνατό να αποκατασταθούν. Αυτό, είναι κάτι που δε συμβαίνει συχνά. Παρουσιάζεται σε περιπτώσεις όπως στην επιφάνεια της γεώτρησης ή σε διαρρηγμένους ασβεστόλιθους. Έχοντας ανακαλύψει τη ζώνη απώλειας και εφόσον έχει χαθεί το ρευστό λάσπης, το οποίο ήταν αυτό που έλεγχε τη γεώτρηση, οι υδρογονάνθρακες θα παρουσιάζονταν αρκετά γρήγορα. Ταυτόχρονα, οι μη στερεοποιημένοι σχηματισμοί που βρίσκονται ψηλότερα μέσα στη γεώτρηση, μπορούν να πέσουν, καθώς η διαφορά πίεσης κατά μήκος του τοιχώματος της γεώτρησης αυξάνεται με την απώλεια της υδροστατικής κεφαλής της λάσπης. Επομένως, είναι πολύ πιθανό να καταρρεύσει η γεώτρηση ή να προκληθεί αστάθεια σε αυτή. Αν προκληθεί αστάθεια, τότε μια εισροή αερίου σχεδόν βέβαια θα ρέει από την ανοιχτή οπή και θα απαιτεί κλείσιμο στα BOP. Το πετρέλαιο και το νερό θα μπορούσαν να φτάσουν στην επιφάνεια, αλλά θα μπορούσαν στην πραγματικότητα να παράγουν μόνο στη ζώνη απώλειας. Σε αυτή την περίπτωση, η γεώτρηση μπορεί να παράγει με ελάχιστες ή καθόλου σαφείς ενδείξεις αυτού στην επιφάνεια. Εάν

συμβαίνει αυτό, τότε πρέπει να είναι γνωστό, για να διασφαλιστεί ότι σε οποιοδήποτε μελλοντικό πρόγραμμα σωλήνωσης και τσιμεντοποίησης θα ληφθεί υπόψη αυτό.

Για να ελεγχθεί αυτή η πιθανότητα, θα πρέπει να μελετηθούν διάφορα δεδομένα γεώτρησης, όπως το αέριο υποβάθρου, οι εμφανίσεις πετρελαίου και η αλατότητα. Εάν κανένας από τους σχηματισμούς που έχουν διανοιχτεί μέχρι σήμερα δεν έδειξε φυσικό αέριο, πετρέλαιο ή νερό και αν ήταν μη πορώδης και αδιαπέρατος, τότε υπάρχει μικρός ή καθόλου κίνδυνος να παράγει κάποιον ταμειυτήρα. Εάν υπάρχει όμως μεγάλη πιθανότητα να υπάρχει εκτεθειμένος παραγωγικός ταμειυτήρας, τότε πρέπει να υποτεθεί ότι αυτό θα παράγει υπό συνθήκες πλήρους απώλειας. Αρκετά συχνά, με την ανάληψη που δημιουργήθηκε σε ολόκληρη την επιφάνεια της γεώτρησης, διασυνδέονται με τις συνθήκες πλήρους απώλειας, ο παραγωγικός σχηματισμός θα γεφυρωθεί και θα γίνει στεγανός. Το φαινόμενο αυτό, μολονότι αποτελεί τη βάση πολλών προγραμματισμών ελέγχου άγριων πηγών, δεν μπορεί ποτέ να είναι αξιόπιστο. Εάν υπάρχει πετρέλαιο στην οπή της διάτρησης, θα πρέπει να είναι εμφανής στο τρυπάνι, καθώς και όταν έχει βγει έξω από την οπή.

Με τις συνολικές απώλειες, αντιμετωπίζονται οι εναλλακτικές λύσεις για την αποκατάσταση των προβλημάτων. Αρχικά, πρέπει να αποκαθίστανται οι απώλειες χρησιμοποιώντας τις μεθόδους που αναφέρθηκαν προηγουμένως σε ένα ορισμένο τμήμα και στη συνέχεια, σε περίπτωση αποτυχίας τους, είναι αναγκαία η προσθήκη ελαφριών ή θιξοτροπικών τσιμέντων για να αποκατασταθούν οι απώλειες. Εάν οι σχηματισμοί έχουν διαρρηχθεί και δεν έχουν συμπιεσθεί από τη στιγμή που έχει τοποθετηθεί η τελευταία σωλήνωση, τότε είναι αναγκαία η εξέταση της διάτρησης από μπροστά. Το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο σε έναν ταμειυτήρα, χρειάζονται ένα πέτρωμα κάλυμμα, για να το συγκρατήσουν και να αποτρέψουν τη μετανάστευσή τους στην επιφάνεια. Εάν δεν έχει διατρηθεί οποιοσδήποτε σχηματισμός που θα μπορούσε να θεωρηθεί ως πέτρωμα κάλυμμα, τότε είναι εξαιρετικά απίθανο να βρεθούν όλοι οι υδρογονάνθρακες, μέχρι να συναντηθεί στην πραγματικότητα ένας σχηματισμός, που θα μπορούσε να είναι ένα πέτρωμα κάλυμμα. Η σωλήνωση πρέπει να ρυθμιστεί στον πρώτο σχηματισμό σταθερής επιφάνειας.

Κεφάλαιο 3.2 : Η συγκόλληση του σωλήνα και η αντιμετώπισή του.

Η συγκόλληση του σωλήνα, αποτελεί ακόμη μια αρνητική συνέπεια, η οποία μπορεί να προκληθεί από την αστάθεια μιας γεώτρησης. Οι κύριοι λόγοι, οι οποίοι ευθύνονται για τη δημιουργία αυτού του φαινομένου, είναι η διαφορική συγκόλληση και η μηχανική συγκόλληση.

Η διαφορική συγκόλληση συνίσταται, όταν κατά τη διάτρηση, η υδροστατική κεφαλή που ασκείται από τη στήλη λάσπης είναι μεγαλύτερη από την πίεση των ρευστών του σχηματισμού, σε διαπερατούς σχηματισμούς, όπου ρέει η διήθηση λάσπης από τη γεώτρηση στο σχηματισμό, αφήνοντας ένα υλικό που καλείται κέικ φίλτρου (filter cake) στο τοίχωμα της οπής. Έτσι, θα υπάρχει μια διαφορά πίεσης σε ολόκληρη την πλάκα του φίλτρου, ίση με τη διαφορά της υδροστατικής κεφαλής της στήλης της λάσπης και του σχηματισμού. Το ECD που δημιουργήθηκε κατά την άντληση, αυξάνει αυτή τη διαφορά αυτής της πίεσης. Όταν το στέλεχος του τρυπανιού έρχεται σε επαφή με το κέικ του φίλτρου, οποιοδήποτε τμήμα του σωλήνα που ενσωματώνεται στο κέικ, θα υπόκειται σε χαμηλότερη πίεση από το τμήμα που παραμένει εξ ολοκλήρου στη γεώτρηση. Εάν η διαφορά πίεσης είναι αρκετά υψηλή και δρα σε αρκετά μεγάλη περιοχή, ο σωλήνας μπορεί να κολλήσει. Η δύναμη που απαιτείται για να τραβήξουμε ελεύθερα τον διαφορικά κολλημένο σωλήνα, εξαρτάται από τους εξής παράγοντες : αρχικά από τη διαφορά πίεσης μεταξύ της οπής και του σχηματισμού της γεώτρησης. Αυτός ο διαφορισμός, δημιουργεί μια δύναμη που πιέζει τον σωλήνα από την πλευρά της οπής, προσθέτοντας σε τυχόν πλευρικές δυνάμεις που υπάρχουν λόγω της απόκλισης της οπής. Επίσης, το εμβαδόν της επιφάνειας του σωλήνα που είναι ενσωματωμένο στο τοίχωμα του κέικ. Όσο παχύτερο το κέικ ή όσο μεγαλύτερη είναι η διάμετρος του σωλήνα, τόσο μεγαλύτερη είναι αυτή η περιοχή. Άλλος ένας παράγοντας είναι ο συντελεστής τριβής μεταξύ του σωλήνα και του τοιχώματος του κέικ. Αυτό θα εξαρτηθεί από τη χρησιμοποιούμενη λάσπη και τους σχηματισμούς που έχουν διατρηθεί. Ακόμη, η διαφορική συγκόλληση πρέπει να θεωρείται ανάλογη της επιφανειακής τάσης στην επιφάνεια των υγρών. Ο σωλήνας είναι ουσιαστικά κολλημένος σε ένα ελαστικό μέσο και αυτή η κατάσταση επηρεάζει τη μεθοδολογία ελευθέρωσης

Η μηχανική συγκόλληση, αποτελεί το δεύτερο παράγοντα που προκαλεί το κόλλημα του σωλήνα. Αυτή, δημιουργείται από διάφορα απορρίμματα που υπάρχουν μέσα στην οπή, από ανεπαρκή καθαρισμό, από ασταθείς σχηματισμούς, καθώς και από κακή διάτρηση. Όσον αφορά τα απορρίμματα μέσα στην οπή, τα περισσότερα από αυτά έρχονται από την επιφάνεια. Αυτό, θα έχει σαν αποτέλεσμα γενικά να κολλήσει το στέλεχος του τρυπανιού, καθώς γίνεται η έλξη του είτε κατά τη διάρκεια της

διάτρησης είτε κατά την πραγματοποίηση συνδέσεων. Τα απορρίμματα, ωστόσο, μπορούν να δημιουργηθούν κάτω από την αποτυχία του εξοπλισμού σε εργαλεία όπως, τα υπο-ακροφύσια και τα τρίκωνα κοπτικά άκρα.

Ο ανεπαρκής καθαρισμός, συνίσταται στα θραύσματα (cuttings), που λαμβάνονται κατά τη διάτρηση. Εάν τα θραύσματα δεν απομακρυνθούν αποτελεσματικά από τη γεώτρηση, τότε όταν σταματήσει η κυκλοφορία του ρευστού διάτρησης, μπορούν να εγκατασταθούν γύρω από το στέλεχος του τρυπανιού, προκαλώντας έτσι την οπή να γεμίσει με θραύσματα, με αποτέλεσμα ο σωλήνας να κολλήσει.

Η ευστάθεια των σχηματισμών που συναντώνται κατά τη διάτρηση, ποικίλλει σημαντικά. Ορισμένοι σχηματισμοί είναι αδρανείς και δεν υπάρχει έτσι κάποιο πρόβλημα ώστε να διεισδύσει το στέλεχος του τρυπανιού, ενώ άλλοι, όπως οι σχιστόλιθοι και τα άλατα, μπορούν να προκαλέσουν εκτεταμένα προβλήματα. Οι σχιστόλιθοι, οι οποίοι μπορούν να προκαλέσουν πρόβλημα, κατηγοριοποιούνται σε δύο ομάδες, ανάλογα με το αποτέλεσμα που θα υπάρχει, καθώς θα διεισδύσει μέσα τους το τρυπάνι. Αυτές είναι η ομάδα των σχιστόλιθων που παθαίνουν διόγκωση και η ομάδα αυτών που παθαίνουν διάρρηξη. Όσον αφορά την πρώτη ομάδα της διόγκωσης, οι διογκωτικές σχισμές που υπάρχουν στο πέτρωμα, αντιδρούν με το νερό και όπως υποδεικνύει το όνομά τους, θα διογκωθούν με το χρόνο. Η ταχύτητα με την οποία γίνεται η διόγκωση, θα εξαρτηθεί από τον τύπο του χρησιμοποιούμενου διατρητικού ρευστού και από τον ίδιο τον τύπο του σχιστόλιθου. Οι διογκωμένοι σχιστόλιθοι, μπορούν να ανιχνευθούν κατά τη διάρκεια της διάτρησης, ως υπερβολικές διαρροές, καθώς τα τμήματα διάτρησης μεγαλύτερης διαμέτρου έλκονται μέσω διογκωμένων τμημάτων. Τα θραύσματα που κυκλοφορούν από τη διάτρηση μέσω αυτών των τμημάτων, θα δώσουν επίσης μια ένδειξη για τον τύπο του σχιστόλιθου στον πυθμένα της οπής, δεδομένου ότι συχνά θα αποδώσουν τη διέξοδο από τη οπή, για να δημιουργήσουν μπάλες αργίλου στην επιφάνεια. Σχετικά με τους σχιστόλιθους από διάρρηξη, σχιστολιθικές σχισμές αποικοδομούν τη θραύση με το να πέφτουν θραύσματα μέσα στην οπή της γεώτρησης με τη μορφή κοιλοτήτων. Οι κοιλοότητες, έχουν εντελώς διαφορετική εμφάνιση από τα θραύσματα και, επομένως, μπορούν να εντοπιστούν στον αναδευτήρα σχιστόλιθου. Καθώς αυξάνεται το ειδικό βάρος της λάσπης, αυτό μπορεί να προκαλέσει αύξηση του διηθήματος μέσα στους σχιστόλιθους, πράγμα που μπορεί να αυξήσει την ποσότητα των κοιλοτήτων. Είναι επίσης πιθανό, ότι η αύξηση του βάρους της λάσπης μπορεί να μειώσει το πρόβλημα φέρνοντας την υδροστατική πίεση λάσπης πιο κοντά στις πιέσεις του σχηματισμού, στην περίπτωση των υπερσυμπιεσμένων σχιστόλιθων. Η εμπειρία του πεδίου μόνο θα δείξει πώς θα αντιδράσουν οι διαρρηγμένοι σχιστόλιθοι. Όσον αφορά τα άλατα, τα περισσότερα τμήματα αλάτων μπορούν να διατρηθούν χωρίς προβλήματα, με την προϋπόθεση ότι χρησιμοποιείται εξαιρετικά κορεσμένο αλάτι ή διατρητικό ρευστό με βάση το πετρέλαιο. Ωστόσο, η πλαστική φύση ορισμένων αλάτων θα προκαλέσει αναπόφευκτα προβλήματα στην οπή. Καθώς η οπή διατρύεται, οι τάσεις των αλάτων χαλαρώνουν και, έτσι, αυτά ρέουν πλαστικά μέσα στην γεώτρηση. Σε ορισμένες

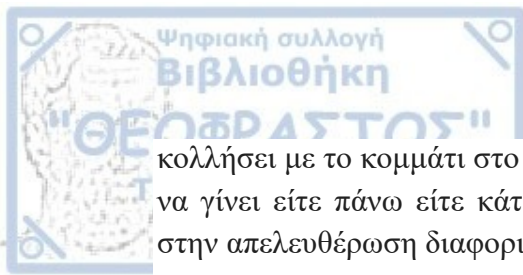
περιπτώσεις, αυτό απαιτεί ειδικές πρακτικές, όπως η τακτική ξήρανση, για να μπορέσει να προχωρήσει ορθά η διαδικασία της διάτρησης.

Η κακή διάτρηση, συνίσταται στις πρακτικές που εφαρμόζονται κατά την εκτέλεση της διάτρησης. Κάθε φορά που αλλάζει κάτι στη γεώτρηση, ο υπεύθυνος της διάτρησης, πρέπει να εξετάσει τις συνέπειες που μπορεί να έχουν αυτές οι αλλαγές. Όταν αλλάζετε από ένα εύκαμπτο ΒΗΑ σε ένα άκαμπτο ΒΗΑ, απαιτείται προσοχή, καθώς ωθείται το στέλεχος του τρυπανιού μέσα στην οπή, ώστε να μην κολλήσει.. Εάν εκτελείται διάνοιξη, πρέπει να γίνει με προσοχή ώστε το ΒΗΑ να μην «βιδωθεί» μέσα στο σχηματισμό. Παρομοίως, αν έχει υπάρξει έλξη ενός υποβαθμισμένου ΒΗΑ, πρέπει να υπάρχει προσοχή στην επόμενη διάτρηση. Κατά την απομάκρυνση από την οπή, ο διατρητής θα πρέπει να ενημερώνεται για το αν επιτρέπεται η υπερβολική τροφοδοσία, πριν από τη χαμήλωση του στελέχους ξανά ή, αν χρειαστεί, να εκτοξευθεί ξανά έξω από την τρύπα.

Η αντιμετώπιση του κολλήματος του σωλήνα, μπορεί να επιτευχθεί με την ελευθέρωσή του. Αυτό επιτυγχάνεται, γνωρίζοντας τις συνθήκες που οδήγησαν στο κόλλημά του και σχετίζοντας, αυτές, με τις συνθήκες της οπής. Ο σωλήνας, θα κολλήσει είτε μηχανικά είτε διαφορικά.

Η ελευθέρωση του μηχανικώς κολλημένου σωλήνα έχει ως εξής : Αν ο σωλήνας είναι σε κίνηση κατά τη στιγμή που θα κολλήσει, τότε η πρώτη προσπάθεια για την απελευθέρωσή του θα πρέπει να είναι αντίστροφη προς αυτή την κίνηση. Για παράδειγμα, αν έχει υπάρξει έλξη του στελέχους σε ένα σφιχτό σημείο, τότε θα πρέπει να ωθηθεί προς τα κάτω. Αντίστροφα, εάν το στέλεχος έχει βρεθεί σε ένα σφιχτό σημείο, θα πρέπει να ωθηθεί προς τα πάνω. Εάν η μηχανική προσκόλληση οφείλεται σε ανεπαρκή καθαρισμό των οπών, τότε η ταχύτητα της αντλίας θα πρέπει να αυξηθεί στο μέγιστο επιτρεπτό από επιχειρησιακή άποψη σε μια προσπάθεια να βοηθηθεί ο καθαρισμός της οπής. Τα υψηλά ποσοστά κυκλοφορίας του ρευστού, μπορούν επίσης να ενθαρρύνουν την πλύση και, κατά συνέπεια, τη διεύρυνση της οπής σε ορισμένες περιπτώσεις. Με την εξέταση του σχηματισμού μέσα στον οποίο γίνεται το κόλλημα του σωλήνα, είναι δυνατό να βρεθεί μια ένδειξη για το ποιες χημικές προσεγγίσεις μπορεί να είναι επιτυχημένες. Αν το στέλεχος είναι κολλημένο σε ανθρακικά άλατα, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα υλικό με 2% HCl ώστε να καταστρέψει το σχηματισμό και να τον απελευθερώσει. Εάν ο σχηματισμός στον οποίο κολλήσει ο σωλήνας είναι άλατα, τότε το καθαρό νερό θα διαλύσει το σχηματισμό και ο σωλήνας θα απελευθερωθεί στις περισσότερες περιπτώσεις.

Η απελευθέρωση του διαφορικώς κολλημένου σωλήνα, επιτυγχάνεται μέσω του σωλήνα εργασίας, της μείωσης της υδροστατικής πίεσης και μέσα από χημικές διαδικασίες. Στις περισσότερες περιπτώσεις διαφορικής συγκόλλησης, ο σωλήνας θα



κολλήσει με το κομμάτι στο κάτω μέρος. Εξαιτίας αυτού, ο σωλήνας εργασίας μπορεί να γίνει είτε πάνω είτε κάτω. Ο σωλήνας εργασίας, είναι σπάνια αποτελεσματικός στην απελευθέρωση διαφορεικά κολλημένου σωλήνα.

Δεδομένου ότι η δύναμη συγκόλλησης είναι ανάλογη της διαφοράς πίεσης που υπάρχει μεταξύ της λάσπης, της υδροστατικής πίεσης και της πίεσης σχηματισμού, τότε με τη μείωση της διαφορικής πίεσης, η δύναμη συγκόλλησης μπορεί να μειωθεί. Αυτή η μείωση της υδροστατικής πίεσης, μπορεί να επιτευχθεί με τη μείωση του ειδικού βάρους της λάσπης ή την κυκλοφορία σε ένα ελαφρύτερο ρευστό όπως το νερό ή το ντίζελ. Εναλλακτικά, ο σωλήνας μπορεί να είναι σωλήνας U. Όλες αυτές οι μέθοδοι πρέπει να γίνουν ενώ διατηρείται, ακόμη, πλήρης πρωταρχικός υδροστατικός έλεγχος στο σχηματισμό. Αυτές οι μέθοδοι έχουν μικτά ποσοστά επιτυχίας, καθώς αρκετά συχνά το κέικ φίλτρου παραμένει στη θέση του μεταξύ του σωλήνα και του σχηματισμού που κολλάει τον σωλήνα, ακόμη και με μειωμένη διαφορική πίεση.

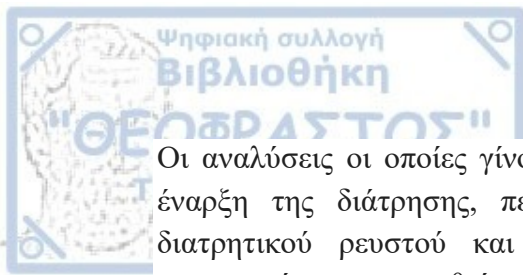
Στις περισσότερες περιπτώσεις διαφορικής συγκόλλησης, ο σωλήνας τελικά θα ελευθερωθεί χημικώς (εάν υπάρχει). Για να γίνει αυτό, ένα δισκίο χημικού παράγοντα, το οποίο επιτίθεται στο τοίχωμα του φίλτρου, εντοπίζεται στο σημείο κολλήματος. Αυτό, συνήθως αναμιγνύεται με πετρέλαιο ντίζελ και σταθμίζεται στο ίδιο βάρος ή ελαφρώς βαρύτερο από το βάρος της λάσπης που χρησιμοποιείται. Τα χημικά δισκία, χρειάζονται χρόνο για να λειτουργήσουν και 24-36 ώρες θα πρέπει να επιτρέπονται για αυτό πριν από την εγκατάλειψη. Στην πράξη, αυτό σημαίνει, ότι πρέπει να δημιουργηθεί ένα δισκίο περίπου διπλάσιο από τον απαιτούμενο όγκο για να γεμίσει ο δακτύλιος του τρυπανιού / το δακτύλιο της ανοιχτής οπής και αφήνοντας το μισό από αυτό μέσα στο στέλεχος του τρυπανιού. Στη συνέχεια, το δισκίο μετακινείται με άντληση μερικές φορές με τις αντλίες λάσπης σε τακτά χρονικά διαστήματα. Εάν χρησιμοποιείται λάσπη με βάση το νερό, τότε μια πολύ αποτελεσματική μέθοδος απελευθέρωσης διαφορεικά κολλημένου σωλήνα, είναι η μετατόπιση της οπής σε λάσπη με βάση το πετρέλαιο. Όπως συμβαίνει με όλες τις χημικές μεθόδους, απαιτεί χρόνο για να απελευθερωθεί ο σωλήνας και 24-36 ώρες είναι μια τυπική καθυστέρηση, πριν ο σωλήνας να είναι ελεύθερος.

Μέρος 4^ο : Τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση της ευστάθειας μιας γεώτρησης.

Κεφάλαιο 4.1 : Τα μοντέλα και οι απαιτούμενες πληροφορίες για την ανάλυση της ευστάθειας της γεώτρησης πριν τη διάτρηση.

Στη σημερινή εποχή, με την εξέλιξη της τεχνολογίας, έχουν αναπτυχθεί διάφορες μορφές ψηφιακών μοντέλων, μέσω των οποίων είναι δυνατή η παρακολούθηση της διαδικασίας της διάτρησης, καθώς και η ανάλυση της ευστάθειας ή της αστάθειας αυτής. Στα μοντέλα αυτά, περιλαμβάνονται, από πολύ απλά μέχρι πολύ σύνθετα και περίπλοκα, τα οποία χρησιμοποιούνται για την ανάλυση της ευστάθειας της γεώτρησης, πριν τη διαδικασία της διάτρησης. Κάποια από τα μοντέλα αυτά είναι τα γραμμικά ελαστικά, τα μη γραμμικά, τα ελατά – πλαστικά, τα καθαρά μηχανικά μοντέλα και τα φυσικοχημικά.

Ανεξάρτητα, ωστόσο, από το μοντέλο που θα χρησιμοποιηθεί, είναι αναγκαίο να υπάρχουν και πληροφορίες για κάποια δεδομένα. Στα δεδομένα αυτά περιλαμβάνονται, οι ιδιότητες του πετρώματος, όπως η αντοχή του και το μέτρο ελαστικότητάς του, οι επί τόπου (in situ) τάσεις, δηλαδή οι υπερκείμενες και οι οριζόντιες, η πίεση των πόρων του σχηματισμού και οι χημικές του ιδιότητες, καθώς και οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του διατρητικού ρευστού (mud). Οι περισσότερες αποφάσεις, οι οποίες λαμβάνονται κατά το σχεδιασμό και την ανάλυση πριν τη διάτρηση, σχετίζονται με την πίεση των πόρων του σχηματισμού. Τα δεδομένα πίεσης, από τα οποία είναι δυνατόν να εξαχθούν κάποιες πληροφορίες για την ορθή ανάλυση, είναι γεωφυσικά και γεωλογικά. Αυτό σημαίνει ότι, τα δεδομένα της πίεσης των πόρων του σχηματισμού προέρχονται από σεισμικά δεδομένα. Τα σεισμικά δεδομένα χρησιμοποιούνται στη φάση της εξερεύνησης, για τον εντοπισμό πιθανών ταμιευτήρων και για την εκτίμηση της οροφής των σχηματισμών στη λιθολογική στήλη. Μπορούν, επίσης, να χρησιμοποιηθούν για να δώσουν μια ποιοτική εκτίμηση της πίεσης σχηματισμού και, ως εκ τούτου, μια ένδειξη οποιασδήποτε ανωμαλίας της πίεσης των πόρων.



Οι αναλύσεις οι οποίες γίνονται για την ευστάθεια της γεώτρησης (WS), πριν την έναρξη της διάτρησης, περιλαμβάνουν, αρχικά, την επιλογή του κατάλληλου διατρητικού ρευστού και του σωστού γεωμηχανικού μοντέλου. Είναι πολύ σημαντικό, να επιτευχθεί μια εκτεταμένη μελέτη για το γεωμηχανικό μοντέλο, έτσι ώστε να γίνουν αντιληπτά τα αίτια τα οποία προκαλούν την αστάθεια της γεώτρησης και να βελτιωθεί ο σχεδιασμός και η απόδοση της διάτρησης. Επίσης, είναι απαραίτητο για τις οριζόντιες και τις εκτεταμένες γεωτρήσεις, να πραγματοποιείται ένα εκτεταμένο πρόγραμμα δοκιμών αναστολής του σχιστόλιθου.

Οι πρακτικές που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση του γεωμηχανικού μοντέλου, περιλαμβάνουν κάποιες διαδικασίες. Αρχικά, κρίνεται απαραίτητο, να αποκτηθούν, να ελεγχθούν και να πραγματοποιηθεί ένας ποιοτικός έλεγχος των γεωμηχανικών δεδομένων, όπως για παράδειγμα των αρχείων καταγραφής καλωδίων. Επίσης, πρέπει να δημιουργηθεί ένα Μοντέλο Μηχανικής Γης (MEM). Στο συγκεκριμένο μοντέλο, ενσωματώνονται όλα τα γεωμετρικά δεδομένα, τα οποία αποκτήθηκαν και είναι διαθέσιμα από την ύπαιθρο, σε μια βάση δεδομένων (data base). Η χρήση του, έγκεινται κυρίως στην πρόβλεψη της αστάθειας σε μια επερχόμενη γεώτρηση, όπου ουσιαστικά εξασφαλίζεται ένα παράθυρο του βάρους της λάσπης και μια ασφαλής κλίση και αζιμούθιο, ώστε να εκτελεστεί η διάτρηση. Στη συνέχεια, πρέπει να εκτελεστεί μια ανάλυση της ευστάθειας (WS) της προγραμματισμένης γεώτρησης, στην οποία θα συμπεριλαμβάνεται και μια ανάλυση της ευαισθησίας της τροχιάς.

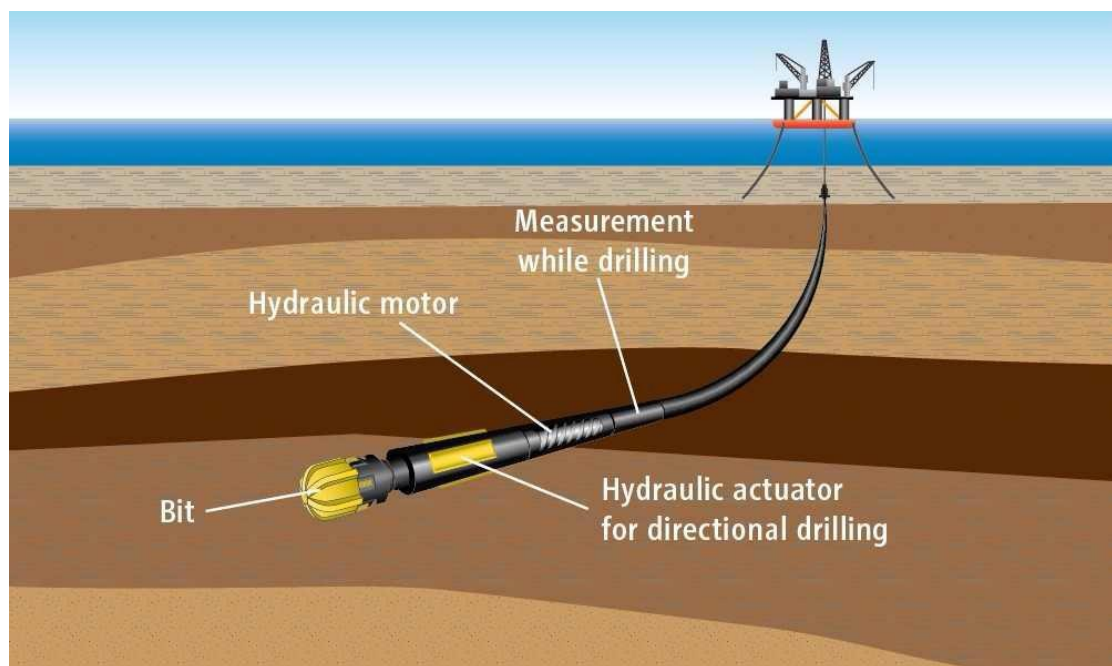
Κεφάλαιο 4.2 : Τα μοντέλα, οι απαιτούμενες πληροφορίες και οι μετρήσεις MWD κατά τη διάρκεια της διάτρησης.

Εκτός από τον προγραμματισμό των διαφόρων πρακτικών που θα χρησιμοποιηθούν για την πραγματοποίηση μιας γεώτρησης και τη δημιουργία διαφόρων ψηφιακών μοντέλων, εκτελούνται ορισμένες μετρήσεις, για τις οποίες είναι απαραίτητες κάποιες πληροφορίες, κατά τη διάρκεια της διάτρησης, με σκοπό να επιτευχθεί η όλη διαδικασία όσο πιο σωστά γίνεται.

Έτσι, λοιπόν, κατά τη διάρκεια της διάτρησης, κάποιοι τύποι πετρωμάτων, παρατηρείται ότι είναι έτοιμοι να καταρρεύσουν, ενώ σε άλλους από αυτούς έχει ήδη προκληθεί θραύση. Οι παράγοντες αυτοί, είναι δυνατό να προκαλέσουν σημαντικά προβλήματα, όσον αφορά στην απόφαση επιλογής του κατάλληλου ειδικού βάρους του διατρητικού ρευστού, δηλαδή της λάσπης (mud weight ή MW). Η επιλογή ενός υπερβολικά υψηλού ειδικού βάρους της λάσπης, είναι δυνατό να οδηγήσει στη

θραύση του ψαμμίτη ή του ασβεστόλιθου. Σε αντίθετη περίπτωση, η επιλογή ενός πολύ χαμηλού ειδικού βάρους της λάσπης, μπορεί να οδηγήσει στη συμπίεση κάποιων σχιστόλιθων ή αλάτων, που βρίσκονται μέσα στην οπή. Έτσι, η διαφορά αυτή, μεταξύ ενός μικρού ειδικού βάρους λάσπης και ενός μεγάλου ειδικού βάρους, ονομάζεται Παράθυρο Βάρους Λάσπης (Mud Weight Window ή MWD). Γενικά, όσο πιο μεγάλο είναι αυτό το παράθυρο, τόσο πιο εύκολη θα είναι η διαδικασία της διάτρησης. Οπότε, κρίνεται απαραίτητο, κατά τη διάρκεια της διάτρησης, να ελέγχεται όσο το δυνατόν συχνότερα η συγκεκριμένη παράμετρος.

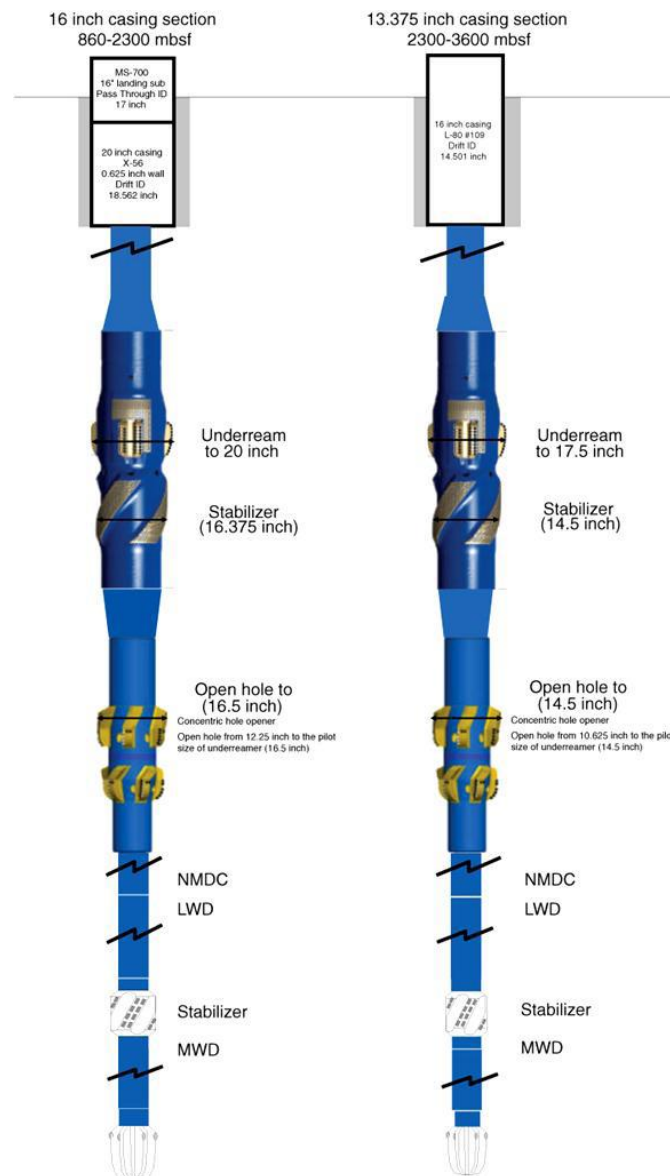
Επομένως, κατά τη διάρκεια της διάτρησης, ο έλεγχος της ευστάθειας της γεώτρησης, πετυχαίνεται σε δύο φάσεις. Η πρώτη φάση, αποτελείται από διαρκείς παρακολουθήσεις, αναλύσεις και μετρήσεις μέσα στην οπή, που αφορούν το MWD και τις διαγραφίες (LWD- logging while drilling), αναλύσεις κοιλοτήτων, καθώς και επιφανειακές μετρήσεις, έτσι ώστε να εντοπιστεί πιθανή έναρξη του προβλήματος. Οι μετρήσεις MWD και LWD, παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο, ιδιαίτερα στην καταγραφή της λάσπης (mud logging), διότι μέσα από αυτές, πραγματοποιείται συλλογή δεδομένων την στιγμή που εκτελείται η γεώτρηση και συμβαίνει η μετάδοσή τους σε πραγματικό χρόνο.



Εικ.17: Μέτρηση MWD κατά τη διάρκεια της διάτρησης (Πηγή: GEORGAKOPOULOS ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ.pdf).

Η καταγραφή της λάσπης (mud logging), αποτελεί μια διαδικασία καταγραφής κάθε παραμέτρου που υποδεικνύει το σχηματισμό, της ικανότητας διάτρησης, της παρουσίας υδρογονανθράκων και των τάσεων πίεσης και είναι μια βάση δεδομένων πραγματικού χρόνου. Μια σύγχρονη μονάδα καταγραφής λάσπης, παρέχει

πληροφορίες σχετικά με την περιγραφή και την ανίχνευση δειγμάτων, την ανίχνευση αερίων και την ανάλυση αερίων, την ανίχνευση H₂S, την ανίχνευση και ανάλυση εμφανίσεων πετρελαίου, την παρακολούθηση της στάθμης των κοιλοτήτων, την παρακολούθηση της δεξαμενής εκφόρτωσης και των παραμέτρων διάτρησης, την παρακολούθηση της διείδυσης, τον έλεγχο της πίεσης, την παρακολούθηση της ροής της θερμοκρασίας και τη μέτρηση της πυκνότητας των θραυσμάτων.⁵ Ωστόσο, σήμερα, η καταγραφή της λάσπης είναι, πιθανώς, η πλέον ανεπαρκώς χρησιμοποιούμενη μορφή αξιολόγησης που χρησιμοποιείται. Οι περισσότερες εξέδρες διαθέτουν καταγραφείς λάσπης, αλλά χρησιμοποιούν περίπου το 10% της ικανότητάς τους. Για αυτόν το λόγο, χρησιμοποιούνται οι μετρήσεις MWD, οι οποίες έχουν συμβάλλει σημαντικά στο mud logging.



Εικ.18: Τοποθέτηση εξαρτημάτων στη γεωτρητική στήλη για μέτρηση MWD και LWD
(Πηγή: GEORAKOPOULOS ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ.pdf).

⁵ [Fraser K., Peden J., Kenworthy A.] Managing Drilling Operations, σελίδα 148

Ειδικότερα, οι μετρήσεις MWD και LWD, αφορούν τη μέτρηση της κλίσης της οπής, από κάθετη και επίσης μαγνητική κατεύθυνση από το βορρά. Χρησιμοποιώντας τη βασική τριγωνομετρία, μπορεί να παραχθεί μια τρισδιάστατη μορφή της διαδρομής της γεώτρησης. Ουσιαστικά, κατά τη μέτρηση MWD, μετράται η τροχιά της οπής κατά τη διάτρηση (για παράδειγμα, οι ενημερώσεις δεδομένων φτάνουν και επεξεργάζονται κάθε λίγα δευτερόλεπτα ή γρηγορότερα). Αυτές οι πληροφορίες, στη συνέχεια, χρησιμοποιούνται για να εκτελεστεί διάτρηση σε μια προκαθορισμένη κατεύθυνση στο σχηματισμό που περιέχει το πετρέλαιο, το αέριο, το νερό ή το συμπύκνωμα. Μπορούν, επίσης, να ληφθούν πρόσθετες μετρήσεις των φυσικών εκπομπών ακτίνων γάμμα από το πέτρωμα. Αυτό, βοηθά ευρέως, ώστε να προσδιοριστεί ο τύπος του πετρώματος, ο οποίος με τη σειρά του συμβάλλει στην επιβεβαίωση της θέσης της γεώτρησης σε πραγματικό χρόνο, σε σχέση με την παρουσία διαφορετικών τύπων γνωστών σχηματισμών (σε σύγκριση με υπάρχοντα σεισμικά δεδομένα). Η πυκνότητα και το πορώδες, οι πιέσεις των ρευστών του πετρώματος και άλλες αναλύσεις λαμβάνονται, μερικές από τις οποίες χρησιμοποιούν είτε ραδιενεργές πηγές είτε ήχο είτε ηλεκτρική ενέργεια. Αυτές, μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν, για να υπολογιστούν πόσο ελεύθερα μπορούν να ρέουν πετρέλαιο και άλλα ρευστά μέσα από το σχηματισμό, ο όγκος των υδρογονανθράκων που υπάρχουν στο πέτρωμα και, μαζί με άλλα δεδομένα, η αξία ολόκληρου του ταμειυτήρα καθώς και των αποθεμάτων του. Κατά τη δεύτερη φάση, πραγματοποιούνται κάποιες διορθωτικές ενέργειες, στις οποίες συμπεριλαμβάνονται το βάρος της λάσπης και ο ρυθμός ροής.

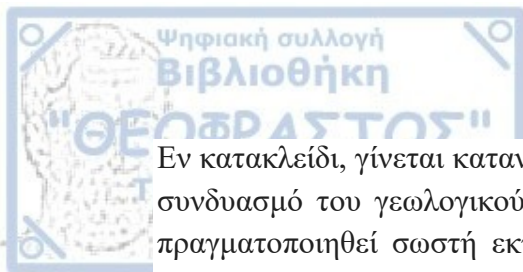
Η ανάλυση των κοιλοτήτων, αποτελεί ακόμη μια βασική παράμετρο, η οποία συμβάλλει στη διαχείριση και τον έλεγχο της αστάθειας μιας γεώτρησης. Μέσα από τις αναλύσεις αυτές, γίνεται παρακολούθηση και παρέχονται πληροφορίες για την ταχύτητα της δημιουργίας κοιλοτήτων, καθώς παρουσιάζεται και η μορφολογία τους. Υπάρχουν διάφορα είδη κοιλοτήτων, όπως για παράδειγμα οι πινακοειδείς κοιλότητες, οι γωνιώδεις και οι θρυμματισμένες κοιλότητες.

Ανακεφαλαιώνοντας, γίνεται κατανοητό ότι για να πραγματοποιηθεί μια γεώτρηση και να είναι ευσταθής, κρίνεται αναγκαίο να εξετάζεται, να ελέγχεται και να αναλύεται ο γεωλογικός σχηματισμός, στον οποίο πρόκειται να γίνει η διάτρηση. Αυτό συμβαίνει, διότι εάν ελεγχθούν προσεκτικά οι γεωλογικοί ορίζοντες, τότε θα γίνει και η ανάλογη επιλογή του κατάλληλου μηχανολογικού εξοπλισμού, κάτι που θα οδηγήσει σε μια ασφαλή διάτρηση και, επομένως, σε μια ευσταθή γεώτρηση.

Έτσι, είναι απαραίτητο σε μια περιοχή στην οποία πρόκειται να επιτευχθεί γεώτρηση, για να είναι ευσταθής, πρέπει να πραγματοποιηθούν κάποιες διαδικασίες, οι οποίες σχετίζονται με τον έλεγχο των γεωλογικών σχηματισμών που υπάρχουν εκεί, ώστε να γίνει γνωστό εάν είναι δυνατό να συσσωρευτούν εκεί οι υδρογονάνθρακες. Κάποιες από τις σημαντικότερες διαδικασίες, είναι να βρεθεί ποιος είναι ο τύπος των πετρωμάτων που επικρατεί στην περιοχή, να αναλυθούν οι ιδιότητές τους (μηχανικές, όπως για παράδειγμα τάσεις των σχηματισμών και χημικές, στις οποίες περιλαμβάνονται οι διάφορες πιέσεις των σχηματισμών), καθώς και να ελεγχθεί η διαπερατότητά τους και το πορώδες τους. Εκτός, όμως από τους γεωλογικούς σχηματισμούς, είναι δυνατό να υπάρχουν και γεωλογικές δομές, όπως για παράδειγμα ρήγματα, πτυχώσεις ή διακλάσεις μέσα στα πετρώματα. Είναι αναγκαίο, να εξεταστούν και οι γεωλογικές δομές, διότι αυτές είναι δυνατό να προκαλέσουν αστάθεια στη γεώτρηση.

Η ορθή αξιολόγηση των γεωλογικών σχηματισμών και των γεωλογικών δομών της περιοχής, αποτελεί ένα σημαντικό βήμα σε ολόκληρη τη διαδικασία. Αυτό συμβαίνει, διότι η επιλογή του μηχανολογικού εξοπλισμού, ώστε να προχωρήσει η διάτρηση, βασίζεται στη σωστή εκτίμηση των γεωλογικών οριζόντων που επικρατούν. Έτσι, εφόσον έχουν πραγματοποιηθεί οι απαιτούμενοι έλεγχοι, γίνεται και η κατάλληλη επιλογή του μηχανολογικού εξοπλισμού, για παράδειγμα χρήση κατάλληλου είδους γεωτρύπανου ανάλογα με τον τύπο του πετρώματος, ανάλογου κοπτικού άκρου (διαφορετικό για σκληρά, συμπαγή πετρώματα), χρήση κατάλληλου διατρητικού ρευστού (mud) και πρόσθετων (additives), ώστε η γεώτρηση να είναι ευσταθής.

Επίσης, σημαντικό ρόλο στην πρόληψη της αστάθειας στις γεώτρησεις, παίζει η σωλήνωση της γεώτρησης, η οποία με τα διαφορετικά της είδη, συμβάλλει στην αποφυγή διάφορων προβλημάτων κατά την εξέλιξη της διαδικασίας, καθώς και η τσιμέντωσή της, η οποία εμποδίζει την εισροή ρευστών μέσα σε αυτή.



Εν κατακλείδι, γίνεται κατανοητό, πως η ευστάθεια μιας γεώτρησης εξαρτάται από το συνδυασμό του γεωλογικού ορίζοντα και του μηχανολογικού εξοπλισμού. Εφόσον πραγματοποιηθεί σωστή εκτίμηση του πρώτου παράγοντα και κατάλληλη επιλογή του δεύτερου, τότε, είναι δυνατό, η διαδικασία της διάτρησης να εξελιχθεί ομαλά και τα τελικά αποτελέσματα να είναι ασφαλή.



ΑΝΑΦΟΡΕΣ

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τομέας Ορυκτολογίας-Πετρολογίας-Κοιτασματολογίας, Σημειώσεις Γεωλογίας Μεταλλείων, Θεσσαλονίκη 2006,Κεφάλαιο 2.2, σελίδα 12

²Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων - Μεταλλουργών: deigmatoliptikes_geotriseis_me1.pdf, Εισαγωγή, σελίδα2,3

³<http://petroleumsupport.com/completion-design/>

⁴GEORGAKOPOULOS ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ.pdf

⁵ [Fraser K., Peden J., Kenworthy A.] Managing Drilling Operations, σελίδα 148

ΠΗΓΕΣ

<http://bulldailys.com/el/pages/1639370>

<http://www.drillmaster.gr>

<http://www.baupool.gr>

<http://www.iefimerida.gr>

<http://www.geo.auth.gr>

<http://ektoxetine.com.gr>

<http://www.elebor.gr/categories.asp?id=79>

Photo courtesy of Mark S. Ramsey

GEORGAKOPOULOS ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ.pdf

Schlumberger



<http://petroleumsupport.com/completion-design/>

<http://www.mpgpetroleum.com/fundamentals.html>

<http://www.bauchemie-tum.de/master-framework/?p=Tief&i=13&m=1&lang=en>

<http://slideplayer.gr/slide/2823140/>