



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑΣ – ΠΕΤΡΟΛΟΓΙΑΣ –
ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ



ΠΕΡΠΙΕΤΟΥΑ Δ. ΚΑΡΑΝΗ

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ
ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
2021







ΠΕΡΠΕΤΟΥΑ Δ. ΚΑΡΑΝΗ
Φοιτητήτρια Τμήματος Γεωλογίας, ΑΕΜ: 5350

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Ορυκτολογίας-Πετρολογίας-
Κοιτασματολογίας,
Εργαστήριο Κοιτασματολογίας

Επιβλέπων

Καθηγητής Ανδρέας Ν. Γεωργακόπουλος



© Περπέτουα Δ. Καράνη, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ., Τομέας Ορυκτολογίας-Πετρολογίας-Κοιτασματολογίας, 2021

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ
ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ – Διπλωματική Εργασία

© Perpetoua D. Karani, School of Geology, Dept. of Economic Geology, 2021

All rights reserved.

DRILLING DESIGN FOR THE DEVELOPMENT AND THE PRODUCTION OF
OIL AND GAS – *Bachelor Thesis*

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

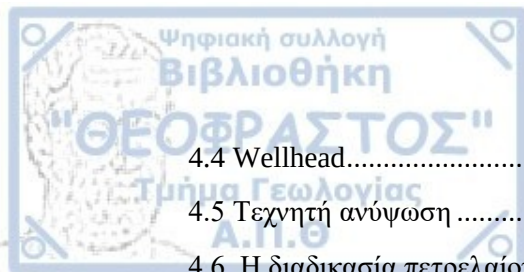
Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι εκφράζουν τις επίσημες θέσεις του Α.Π.Θ.

Εικόνα Εξωφύλλου: <https://www.tharrosnews.gr>



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΓΕΩΤΡΗΤΙΚΑ ΡΕΥΣΤΑ	9
Γενικά	9
1.2 Λάσπη ασβέστη	12
1.3 Συστήματα ταξινόμησης υγρών γεώτρησης	16
1.4 Διατηρητικά υγρά πρόσθετα	20
1.5 Εξισώσεις ισορροπίας υλικού	23
1.6 Υγρά Γεώτρησης με βάση το Πετρέλαιο	24
1.7 Ιδιότητες διάτρησης υγρών	26
1.8 Πίεση	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΣΩΛΗΝΩΣΗ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΩΣΗ ΤΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ	30
Γενικά	30
2.1 Περιβλήματα	30
2.2 Τσιμέντο	35
2.3 Τυπικοί Υπολογισμοί Πεδίου	37
2.4 Αφαίρεση Υγρού Γεώτρησης	38
2.5 Ονοματολογία Τσιμέντου	38
2.6 Πρόσθετα τσιμέντου	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΑΚΡΩΝ	42
3.1 Rolling Cutter Rock Bits	42
3.2 Στροφέας Άξονα Angle	43
3.3 Διασύνδεση δοντιών και κώνου	44
3.4 Συστήματα κυκλοφορίας	45
3.5 Κομμάτια κυκλοφορίας Jet	45
3.6 Κομμάτια κυκλοφορίας αέρα ή φυσικού αερίου	45
3.7 Jet ακροφύσια	46
3.8 Δομές κοπής	46
3.9 Θερμική επεξεργασία	53
3.10 Διαμάντια	53
Κεφάλαιο 4. Διαδικασία παραγωγής πετρελαίου και φυσικού αερίου	66
4.1 Εγκαταστάσεις	68
4.2 Δεξαμενή και κεφαλές	73
4.3 Ολοκλήρωση	76



4.4 Wellhead.....	77
4.5 Τεχνητή ανύψωση	78
4.6 Η διαδικασία πετρελαίου και φυσικού αερίου	80
ΕΠΙΛΟΓΟΣ / ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	84
Βιβλιογραφία.....	86

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ

Γεώτρηση είναι η ενέργεια με την οποία "τρυπώντας" τη γη, δημιουργούμε ένα κατακόρυφο - με πιθανή πλάγια ή και οριζόντια κατάληξη - στενό και μεγάλου βάθους άνοιγμα με σκοπό να εντοπίσουμε και να παράγουμε υπόγεια κοιτάσματα νερού, φυσικού αερίου ή πετρελαίου. Σε αυτήν τη διπλωματική εργασία θα ασχοληθούμε τόσο με την παραγωγή όσο και με την ανάπτυξη των γεωτρήσεων. Κατά την εκτέλεση μιας γεώτρησης πρέπει να υπάρχει συνεχής κυκλοφορία νερού ή πεπιεσμένου αέρα ή 'λάσπης' για να ψύχεται το κοπτικό και να μεταφέρονται έξω από τη γεώτρηση τα θρύμματα. Το καθαρό πολφός είναι το πιο απλό και αποτελεσματικό μέσο για την απομάκρυνση των θρυμμάτων της γεώτρησης και την ψύξη του κοπτικού άκρου. Για να εξασφαλισθεί η συνεχής κυκλοφορία εφαρμόζεται η παρακάτω τεχνική: με μια αντλία, η οποία μπορεί να είναι και προσαρτημένη στο γεωτρήπανο, διοχετεύεται πολφός συνήθως με βάση το πολφός μέσα από ελαστικό σωλήνα υψηλής πίεσης στον τροφοδότη και από εκεί δια μέσου της διατρητικής στήλης στο κοπτικό άκρο. Έτσι ο πολφός ψύχει το κοπτικό άκρο και μετά ακολουθεί το κενό μεταξύ της διατρητικής στήλης και των τοιχωμάτων της γεώτρησης και επανέρχεται στην επιφάνεια. Κατά την πορεία αυτή παρασύρει μαζί του τα θρύμματα τα οποία είναι προϊόντα της διάτρησης με την οποία επιτυγχάνεται αποσύνδεση του πετρώματος, ενώ ταυτόχρονα λιπαίνει την εξωτερική επιφάνεια των διατρητικών στελεχών και λόγω της υδροστατικής πίεσης που δημιουργείται συγκρατεί από κατάπτωση σε κάποιο βαθμό τα τοιχώματα της γεώτρησης. Στην επιφάνεια ο πολφός μπορεί να ακολουθήσει ανοικτό ή κλειστό κύκλωμα. Στο ανοικτό κύκλωμα ο επιστρεφόμενος πολφός απορρίπτεται και γι' αυτόν το λόγο πρέπει να υπάρχει κοντά στη γεώτρηση άφθονο πολφός. Στο κλειστό κύκλωμα που είναι και η πιο συνηθισμένη περίπτωση, ο πολφός επανακυκλοφορεί μέσα στη γεώτρηση. Η επανακυκλοφορία επιτυγχάνεται ως εξής: ο πολφός που βγαίνει από τη γεώτρηση οδηγείται δια μέσω ενός μικρού αυλακιού στη μια από τις δύο δεξαμενές καθίζησης, όπου καθιζάνουν τα θρύμματα και από εκεί δια φυσικής ροής η υπερχειλίση του νερού οδηγείται σε δεύτερη δεξαμενή (κεντρική) όπου είναι τοποθετημένο το 'ποτήρι' της αντλίας και ξανά αντλείται ο πολφός μέσα στη γεώτρηση.

Οι αναπόφευκτες απώλειες πολφού στη γεώτρηση και έξω από αυτή, αντιμετωπίζονται με συμπλήρωση πολφού στην κεντρική δεξαμενή. Αν οι απώλειες του νερού μέσα στη γεώτρηση είναι μεγάλες και η συμπλήρωση της δεξαμενής είναι προβληματική, τότε για να μειωθούν οι απώλειες, χρησιμοποιούνται πρόσθετες σωλήνες επένδυσης των τοιχωμάτων. Όπως προαναφέρθηκε, ο πολφός χρησιμοποιείται κυρίως για την ψύξη του κοπτικού και την απομάκρυνση των θρυμμάτων. Η ποσότητα όμως που απαιτείται για την απομάκρυνση των θρυμμάτων είναι πολύ μεγαλύτερη από εκείνη που απαιτείται για την ψύξη, επειδή για να μπορέσει να γίνει η απομάκρυνση ενός θρύμματος, θα πρέπει η ανοδική ταχύτητα του πολφού να είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα καθίζησης των θρυμμάτων σε ήρεμο πολφός. Θεωρητικά, η απαιτούμενη παροχή

πολφού μπορεί να υπολογισθεί χρησιμοποιώντας τους νόμους του Stokes και του Rittenger.

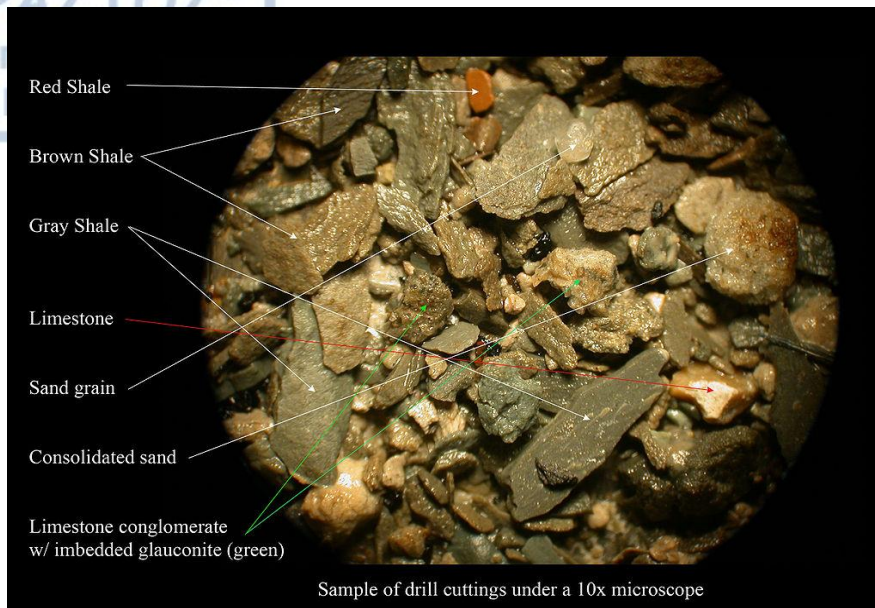
Σύμφωνα με αυτούς, έχει συνταχθεί σχετικό διάγραμμα από το οποίο μπορεί κανείς εύκολα να υπολογίσει, σε συνάρτηση με τη διάμετρο των στελεχών και τη διάμετρο της γεώτρησης, την απαιτούμενη παροχή πολφού στη γεώτρηση. Επίσης, ο πολφός ο οποίος τροφοδοτείται μέσα στη γεώτρηση, πρέπει να διοχετεύεται με πίεση, για να μπορεί να υπερνικήσει τις τριβές που δημιουργούνται κατά την κυκλοφορία του με τα τοιχώματα των στελεχών και της γεώτρησης. Ο υπολογισμός της πίεσης που πρέπει να έχει ο πολφός σε σχέση με την παροχή και τη διάμετρο των στελεχών, δίνεται από σχετικό διάγραμμα. Τα δύο αυτά στοιχεία, παροχή και πίεση πολφο τα παρέχει η αντλία που χρησιμοποιείται και γι' αυτό η επιλογή της αντλίας πρέπει να γίνεται με προσοχή, για την επιτυχία της γεώτρησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΓΕΩΤΡΗΤΙΚΑ ΡΕΥΣΤΑ

1.1 Ρευστά Γεώτρησης

Γενικά

Ένα υγρό γεώτρησης είναι οποιοδήποτε υγρό που κυκλοφορεί μέσα από μια γεώτρηση για την αφαίρεση των θρυμμάτων [cuttings] από αυτήν. Στο Κεφάλαιο 1 θα αναφερθούμε στους πολφούς με βάση το πετρέλαιο ως τη συνεχή φάση τους. Ένα ρευστό γεώτρησης πρέπει να μπορεί να ανταπεξέλθει σε πολλές λειτουργίες προκειμένου να εκτελεστεί μια γεώτρηση επιτυχώς, με ασφάλεια και οικονομικά. Οι πιο σημαντικές από αυτές είναι η αφαίρεση των drilled cuttings κάτω από το τρυπάνι, η μεταφορά τους από την οπή στην επιφάνεια, η διατήρησή τους σε αιώρηση την στιγμή που σταματά η κυκλοφορία, η απελευθέρωσή τους όταν επεξεργάζονται με επιφανειακό εξοπλισμό. Επίσης, άλλες βασικές λειτουργίες είναι παροχή επαρκούς υδροστατικής πίεσης για την εξισορρόπηση των πιέσεων αποφεύγοντας την καθίζηση ή την κατάρρευση της οπής. Ωστόσο, η προστασία των σχηματισμών από αστοχίες που θα μπορούσαν να βλάψουν την παραγωγή, τον καθαρισμό, τη λίπανση και τον δροσισμό αποτελούν πολύτιμες λειτουργίες για τα γεωτρητικά ρευστά.



Εικόνα 1

Σύσταση ρευστών γεώτρησης

Ο πολφός μιας γεώτρησης αποτελείται από ένα ρευστό (νερό ή πετρέλαιο) και έχει συγκεκριμένο ιξώδες. Στην περίπτωση που δεν προστεθεί κάτι άλλο, η υδροστατική πίεση θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την πίεση εντός των πόρων του σχηματισμού. Ένα πρόβλημα που μπορεί να δημιουργηθεί στην γεώτρηση είναι από το υπερβολικό διήθημα. Προκειμένου να παρασχεθεί αρκετή υδροστατική πίεση για την εξισορρόπηση της πίεσης των πόρων, η πυκνότητα του ρευστού της γεώτρησης [πολφού] αυξάνεται με την προσθήκη π.χ. βαρύτη.

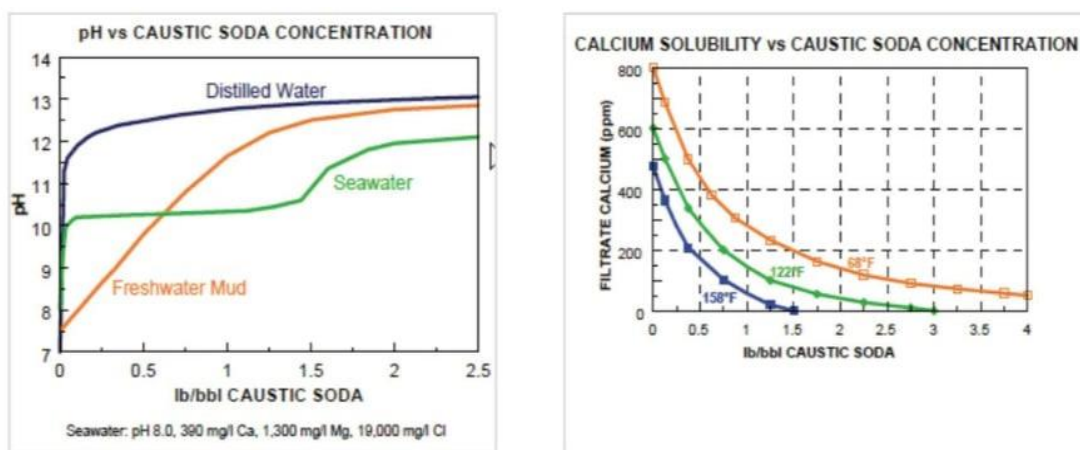
Ένας πολφός αποτελείται από το βασικό υγρό το οποίο περιέχει φρέσκο ή αλατούχο νερό, πετρέλαιο ή ντίζελ ή ακατέργαστο ορυκτέλαιο ή άλλα συνθετικά ρευστά, από κολλοειδή σωματίδια,, καθώς επίσης και από τα διαλυμένα στερεά.

Όλα τα υγρά διάτρησης έχουν ουσιαστικά τις ίδιες ιδιότητες, μόνο το μέγεθος διαφέρει. Αυτές οι ιδιότητες περιλαμβάνουν πυκνότητα, ιξώδες, gel strength, filter cake, απώλεια νερού και ειδική ηλεκτρική αντίσταση.

‘Κανονικά’ υγρά γεώτρησης

Πρόκειται για απλό διατρητικό πολφό, σχετικά χαμηλού κόστους, εύκολο να παρασκευαστεί και να ελεγχθεί. Οι γενικοί κανόνες για την συγκεκριμένη κατηγορία γεωτρητικών ρευστών είναι πως χρησιμοποιούνται όταν δεν υπάρχουν **μη αναμενόμενες συνθήκες**, έτσι ώστε η λάσπη να σταθεροποιηθεί και οι ιδιότητές της να βρίσκονται στο απαιτούμενο εύρος για τον έλεγχο της πίεσης των πόρων. Κύριο πρόβλημα αποτελεί ο έλεγχος του ιξώδους.

Οι σχηματισμοί που συνήθως διανοίγονται με αυτόν τον τύπο λάσπης είναι οι σχίστες και οι άμμοι. Δεδομένου ότι το ιξώδες είναι το κύριο πρόβλημα, η ποσότητα και η κατάσταση της κολλοειδούς αργίλου είναι σημαντική. Για να συμβεί αυτό, χρησιμοποιούνται δυο γενικοί τύποι θεραπείας. Ο πρώτος είναι η προσθήκη των Water soluble polyphosphates τα οποία μειώνουν το ιξώδες καθώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν αυτόνομα ή μαζί με τανίνες. Εάν απαιτείται έλεγχος της διήθησης μπορεί να προστεθεί και κολλοειδής άργιλος στο σύστημα. Ο δεύτερος τύπος θεραπείας είναι η καυστική σόδα και οι τανίνες που παρομοίως μειώνουν το ιξώδες ενώ χρησιμοποιούνται υπό πιο αυστηρές συνθήκες από την πρώτη θεραπεία, δηλαδή αυτή με τα φωσφορικά άλατα.



Σχήμα 1.

Στα ανώτερα τμήματα των περισσότερων φρεατίων μπορούν να χρησιμοποιούν τα Normal Drilling Fluids αλλά είναι απαραίτητο να επισημανθεί ότι μπορεί να χρειαστεί και η προσθήκη χημικών, δημιουργώντας αργότερα κατά τη διαδικασία της όρυξης της γεώτρησης ειδικές λάσπες κατόπιν αλλαγής του ειδικού βάρους [mud weight]. Ωστόσο, οι φυσικές άργιλοι που χρησιμοποιούνται για την δημιουργία της λάσπης είναι συνήθως επαρκείς.

Ειδικά υγρά γεώτρησης

Τα Special Drilling Fluids χρησιμοποιούνται σε συγκεκριμένες συνθήκες για την 'καταπολέμηση' μιας ανώμαλης γεωλογικής ζώνης [π.χ. άργιλοι υψηλής πίεσης] ή για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων. Οι ειδικοί στόχοι είναι ο ταχύτερος ρυθμός διείδυσης, η μεγαλύτερη προστασία των ζωνών παραγωγής ενώ οι μη φυσιολογικές συνθήκες εντός της γεώτρησης είναι η υψηλή πίεση των σχηματισμών καθώς και τα η παρουσία μεγάλου πάχους αλάτων.

1.2 Λάσπη ασβέστη

Τα Lime Muds είναι ένας τύπος λάσπης κορεσμένης με ασβέστη. Τα Lime Muds ταξινομούνται σε κατηγορίες σύμφωνα με την περιεκτικότητα σε ασβέστη. Αυτές είναι:

1. Χαμηλή (0,5-2 lbm/bbl)
2. Μεσαία (2-4 lbm/bbl)
3. Υψηλή (άνω των 4 lbm/bbl)

Όλες οι Lime Muds έχουν $\text{pH}=12$ και το διήθημα είναι κορεσμένο με ασβέστη. Τα πρόσθετα [additives] για τον περιορισμό της απώλειας του πολφού [lost circulation materials] περιλαμβάνουν άμυλο, HP-άμυλο, καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη (CMC) ή πολυανιονική κυτταρίνη (PAC) καθώς ο προενυδατωμένος μπεντονίτης μπορεί να βελτιώσει την απώλεια υγρών και τη ρεολογία μιας λάσπης από ασβέστη. Μια μαλτροδεξτρίνη σε λάσπη ασβέστη έχει χρησιμοποιηθεί ως αποφλοιωτής της αργίλου, σταθεροποιητής των σχιστών και για την αύξηση της διαλυτότητας του ασβεστίου. Το KCL ήταν μια άλλη καινοτομία για την επιτυχή διάτρηση των ενυδατώσιμων σχιστολίθων. Η ικανότητα μεταφοράς υψηλής αλκαλικότητας λάσπης για εξουδετέρωση οξέων αερίων είναι ένας λόγος για τον οποίο χρησιμοποιούνται τα Lime Muds. Οι ζώνες H_2S μπορούν να τρυπηθούν με περισσότερη ασφάλεια, ενώ και μεγάλες ποσότητες CO_2 μπορούν να εξουδετερωθούν από μια περίσσεια ασβέστη.



Εικόνα 2

Λάσπη με βάση τον ασβέστη

Σε αυτή την κατηγορία πολφός με βάση το νερό επεξεργάζεται με μεγάλες ποσότητες καυστικής σόδας, με quebracho και ασβέστη. Ο λόγος αυτών είναι 2 lb καυστικής σόδας, 1,5 lb quebracho και 5lb ασβέστη ανά 1 βαρέλι λάσπης. Στη συνέχεια περνάει από ένα ιδιαίτερα ιξώδες στάδιο, αλλά θα σταθεροποιηθεί στο χαμηλό ιξώδες. Το θετικό είναι πως μπορεί να ανεχθεί μεγάλες ποσότητες μολυσματικών αλάτων και πως παραμένει ρευστό όταν το περιεχόμενο σε στερεά σωματίδια καθίσταται υψηλό. Ωστόσο, η αδυναμία

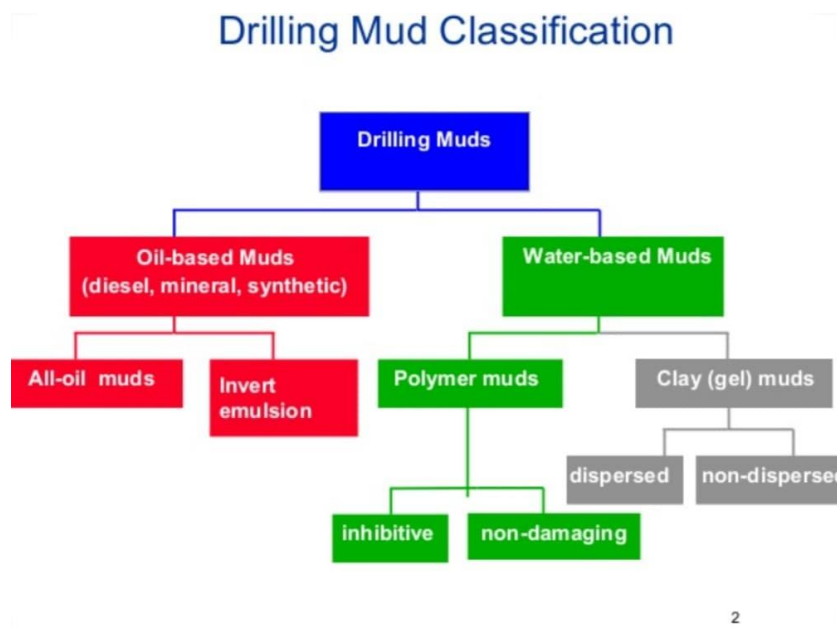
που δείχνει είναι πως έχει την τάση να στερεοποιείται όταν υποβάλλεται σε υψηλή θερμοκρασία στο κάτω μέρος της οπής.

Lime Base Muds

Η επεξεργασία αυτής της κατηγορίας είναι παρόμοια με αυτή της προηγούμενης παραγράφου (Lime Base Muds) μόνο που στην συγκεκριμένη περίπτωση δημιουργείται πρόβλημα ζελατινοποίησης λόγω της υπέρβασης της θερμοκρασίας και αυτό μπορεί να λυθεί χρησιμοποιώντας λιγότερο ασβέστη από την λάσπη. Ωστόσο, η ανθεκτικότητα όσον αφορά στην μόλυνση του αλατιού δεν είναι τόσο μεγάλη.

Λάσπες γαλακτώματος – πετρέλαιο σε πολφό

Το πετρέλαιο μπορεί να προστεθεί σε οποιαδήποτε από τις κανονικές ή ειδικές λάσπες με καλό αποτέλεσμα καθώς δεν απαιτούνται ειδικές ιδιότητες. Οι φυσικοί ή ειδικοί γαλακτωματοποιητικοί παράγοντες διατηρούν το πετρέλαιο σε σφιχτό εναιώρημα μετά από ανάμιξη. Τα χρησιμοποιημένα πετρέλαια είναι ακατέργαστα έλαια, ντίζελ και οποιοδήποτε πετρέλαιο με βαρύτητα API 25%-50%. Επίσης, η περιεκτικότητα σε πετρέλαιο στη λάσπη μπορεί να είναι 5%-40% ενώ τα πλεονεκτήματα αυτής της περίπτωσης είναι οι σταθερές ιδιότητες, η εύκολη διατήρηση, η χαμηλή διήθηση και η δημιουργία λεπτού filter cake στα τοιχώματα της γεώτρησης, η αύξηση του ρυθμού της διείσδυσης καθώς και η μείωση της τριβής κάτω από την οπή. Σημαντικό πρόβλημα αποτελεί το γεγονός ότι το πετρέλαιο στη λάσπη μπορεί να δημιουργήσει σύγχυση αναφορικά με την παρουσία πετρελαίου στους σχηματισμούς.



Σχήμα 2.

Ανεσταλμένες λάσπες γεωτρήσεων

Οι συγκεκριμένες χρησιμοποιούνται με ανασταλμένα διηθήματα όπου προστίθενται μεγάλες ποσότητες διαλυμάτων αλάτων στην λάσπη με υψηλό pH που συνήθως είναι απαραίτητο για καλύτερα αποτελέσματα. Είναι σχεδιασμένες για να μειώσουν τη διόγκωση που προκαλείται από την διήθηση και για να εμποδίζουν την ενυδάτωση της αργίλου. Τα μειονεκτήματα είναι πως χρειάζονται εξειδικευμένα ηλεκτρικά αρχεία καταγραφής (logs), οι λάσπες χαμηλού βάρους δεν μπορούν να διατηρηθούν χωρίς πετρέλαιο, ενώ υπάρχει δυσκολία και στο να αυξηθεί το ιξώδες. Επίσης, άλλο ένα μειονέκτημα είναι πως το αλάτι καταστρέφει τις φυσικές ιδιότητες των cake building properties των αργίλων.

Λάσπες με βάση τη γύψο

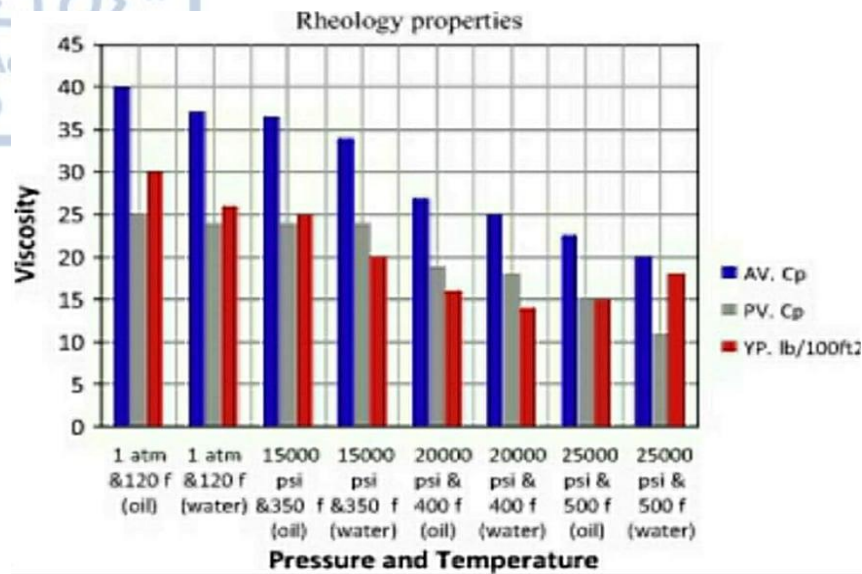
Μια εξειδικευμένη inhibited mud περιέχει μεγάλες ποσότητες ασβεστίου και η διήθηση ελέγχεται από οργανικά κολλοειδή. Τα θετικά αυτής είναι πως η λάσπη είναι σταθερή, είναι οικονομική στην διάτρησή της, το διήθημα δεν ενυδατώνει τις αργίλους και το gel είναι υψηλής αντοχής. Στα λίγα αρνητικά αναφέρεται πως τα λεπτά λειαντικά παραμένουν στην λάσπη και επίσης διατηρεί το αέριο σε αυτήν.



Εικόνα 3

Λάσπες με βάση το πετρέλαιο

Το πετρέλαιο χρησιμοποιείται στον πολφό ως μέσο διασποράς. Τα πρόσθετα υλικά πρέπει να διαλύονται στο πετρέλαιο ενώ γενικά προ-αναμειγνύονται και μεταφέρονται στην εγκατάσταση της γεώτρησης. Πολύ σημαντική είναι η αύξηση της ανιλίνης η οποία μπορεί να επιτευχθεί με την προσθήκη ασφάλτου. Πολλά από τα θετικά των oil based muds είναι πως δεν ενυδατώνουν τις αργίλους, έχουν καλές λιπαντικές ιδιότητες και έχουν υψηλότερες ταχύτητες διάτρησης, ενώ αντιθέτως τα αρνητικά είναι το υψηλό κόστος, τα απαραίτητα ειδικά ηλεκτρικά εργαλεία καταγραφής [logging tools] και το ιξώδες τους το οποίο ποικίλλει ανάλογα με την θερμοκρασία.



Σχήμα 3.

Λάσπη αλμυρού νερού

Οι Salt Water Muds μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε εντελώς κορεσμένες είτε μερικώς κορεσμένες. Το ειδικό βάρος τους μπορεί να φτάσει και μέχρι 10lb/gal όταν είναι κορεσμένες. Δεν υπάρχουν ιδιότητες filter cake διότι χάνονται εύκολα μέσω από τους πορώδεις σχηματισμούς.

‘Πυριτικές’ λάσπης

Οι silicate muds έχουν σύνθεση πυριτικού νατρίου και κορεσμένου αλμυρού νερού, επιδρούν στον καθαρισμό πάνω στις σχισμές που εμποδίζει την ανύψωση ή τη φθορά ενώ έχουν ειδικό βάρος 12lb/gal ή ακόμα και υψηλότερο. Τέλος, αυτές είναι διαβρωτικές, ακριβές και παρουσιάζουν κακό ηλεκτρικό αποτέλεσμα στις καταγραφές [Loggings].



Εικόνα 4

Λάσπες χαμηλών στερεών

Οι Low Solids Muds διατηρούν το ποσοστό των αργίλων στη λάσπη στο ελάχιστο, πράγμα που προάγει ταχύτερη και ασφαλέστερη διάτρηση. Υπάρχουν τρεις τρόποι για την απομάκρυνση των στερεών από την λάσπη: Ο πρώτος τρόπος είναι η αραίωση του νερού, ο δεύτερος η φυγοκέντρωση και ο τρίτος, η κυκλοφορία μέσα από κοιλότητες μεγάλης επιφάνειας. Επίσης, όταν αφαιρούνται οι άργιλοι είναι απαραίτητος ο έλεγχος του ιξώδους μέσω χημικών ουσιών. Κατά τη διάρκεια που το ιξώδες και η πυκνότητα γίνονται πολύ χαμηλά, τα στερεά υλικά της αργίλου αντικαθίστανται από πολυμερή οργανικά υλικά. Ωστόσο, τα πλεονεκτήματα των Low Solids Muds είναι πως πάντα έχουν ταχύτερο ρυθμό διάτρησης ενώ είναι ιδανικοί για γεωτρήσεις με μεγάλες αντλίες και υψηλές ποσότητες λάσπης. Σε αντίθετη περίπτωση αντιμετωπίζουν κάποια προβλήματα όσον αφορά στην υπερβολική αραίωση και το μεγάλο κόστος που μπορεί να προκληθεί.

1.3 Συστήματα ταξινόμησης υγρών γεώτρησης

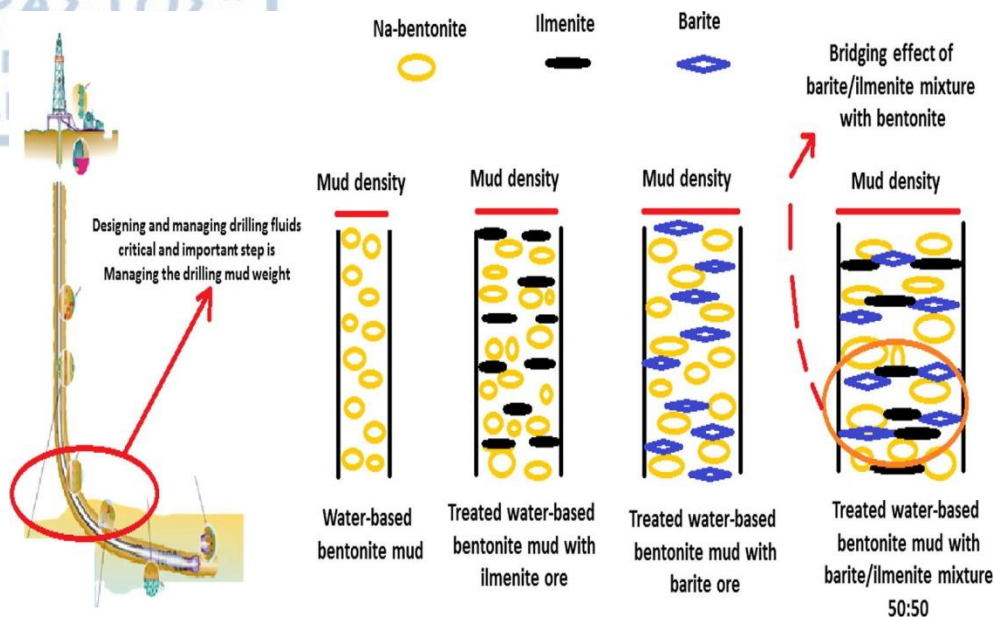
Το σύστημα γεώτρησης – ρευστού, κοινώς γνωστό ως "σύστημα λάσπης" είναι το μοναδικό συστατικό της διαδικασίας κατασκευής φρεατίων που παραμένει σε επαφή με την οπή καθ 'όλη τη διάρκεια της διαδικασίας της όρυξης της γεώτρησης. Τα συστήματα διάτρησης-ρευστού έχουν σχεδιαστεί και διαμορφωθεί ώστε να λειτουργούν αποτελεσματικά υπό τις αναμενόμενες συνθήκες εντός του φρεατίου. Οι τεχνολογικές εξελίξεις των ρευστών της διάτρησης, κατέστησαν δυνατή την εφαρμογή ενός οικονομικά αποδοτικού συστήματος κατάλληλου για κάθε χρονικό διάστημα στη διαδικασία κατασκευής. Παρακάτω θα ακολουθήσουν τα συστήματα ταξινόμησης όσων προαναφέρθηκαν, τα οποία ταξινομούνται βάσει της υγρής τους φάσης, της αλκαλικότητας, της διασποράς και του τύπου των χημικών που χρησιμοποιούνται.

Μη διασκορπισμένο σύστημα

Αυτό το σύστημα λάσπης αποτελείται από spud muds, "natural" muds και άλλα ελαφρά επεξεργασμένα συστήματα. Γενικά, χρησιμοποιείται στα ρηχά τμήματα μιας γεώτρησης.

Συστήματα διασποράς λάσπης

Συνήθως χρησιμοποιείται σε μεγαλύτερα βάθη ή εκεί όπου εμφανίζονται προβλήματα ιξώδους. Η κύρια διασκορπισμένη λάσπη είναι ένα σύστημα "lignosulfonate". Ο λιγνίτης και άλλες ουσίες διατηρούν συγκεκριμένες ιδιότητες της λάσπης.



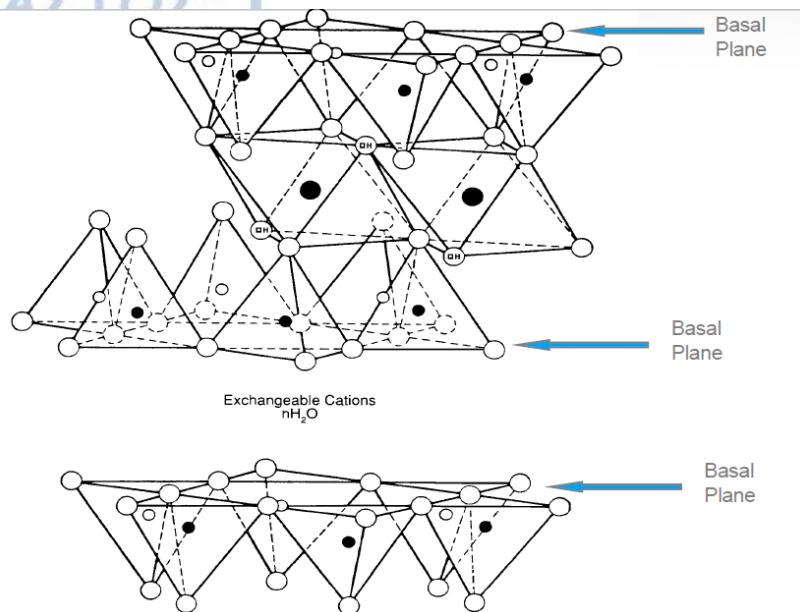
Σχήμα 4.

Συστήματα λάσπης επεξεργασμένα με ασβέστιο

Το συγκεκριμένο σύστημα χρησιμοποιεί ασβέστιο και μαγνήσιο με σκοπό να εμποδίσει την ενυδάτωση είτε των αργίλων είτε των σχιστών. Τα κύρια συστατικά αυτού του συστήματος είναι ο ενυδατωμένος ασβέστης, η γύψος και το χλωριούχο ασβέστιο.

Συστήματα πολυμερούς λάσπης

Τα πολυμερή είναι ενώσεις μακράς αλυσίδας, υψηλού μοριακού βάρους, οι οποίες χρησιμοποιούνται για την αύξηση του ιξώδους, την κροκίδωση των αργίλων, τη μείωση του διηθήματος και την σταθεροποίηση της γεώτρησης. Επίσης χρησιμοποιούνται βιο-πολυμερή και πολυμερή με σταυροειδείς δεσμούς, τα οποία έχουν καλές ιδιότητες διάτμησης.



Σχήμα 5.

Συστήματα χαμηλής λάσπης στερεών

Το σύστημα αυτό ελέγχει το περιεχόμενο και τον τύπο των στερεών. Τα συνολικά στερεά δεν πρέπει να υπερβαίνουν το 6% έως το 10%. Η περιεκτικότητα σε άργιλο δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 3%. Η αναλογία στερεών προς τον μπεντονίτη πρέπει να είναι μικρότερη από 2:1.

Συστήματα κορεσμένων αλάτων

Ένα σύστημα κορεσμένου άλατος θα έχει περιεκτικότητα σε χλώριο 189.000 ppm. Στα συστήματα αλμυρού νερού, η περιεκτικότητα σε χλώριο μπορεί να κυμαίνεται από 6.000 ως 189.000 ppm. Εκείνα που βρίσκονται χαμηλότερα ονομάζονται κανονικά συστήματα "seawater". Οι συγκεκριμένες λάσπες μπορούν να παρασκευαστούν σε φρέσκο ή αλμυρό πολφό, κατόπιν προστίθεται χλωριούχο νάτριο ή άλλα άλατα όπως κάλιο κ.λ.π. Ο αργιλικός ατταπουλγίτης, το CMC ή το starch προστίθενται για τη διατήρηση του ιξώδους.

Συστήματα λάσπης με βάση το πετρέλαιο

Οι τύποι λάσπης με βάση το πετρέλαιο είναι δύο.

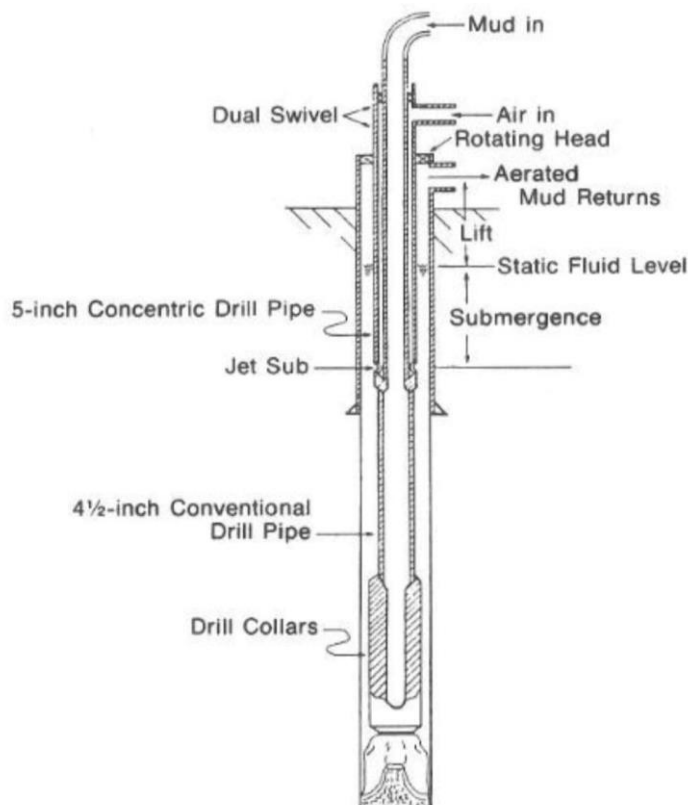
Ο πρώτος τύπος είναι όταν ο πολφός είναι η διασκορπισμένη φάση και το πετρέλαιο η συνεχής φάση (λάσπη νερού σε πετρέλαιο).

Ο δεύτερος τύπος είναι οι λάσπες γαλακτώματος όπου το πετρέλαιο είναι η διασκορπισμένη φάση και ο πολφός είναι η συνεχής (λάσπη πετρελαίου σε πολφό). Οι γαλακτωματοποιητές προστίθενται για τον έλεγχο των ρεολογικών ιδιοτήτων (ο πολφός αυξάνει το ιξώδες, το πετρέλαιο μειώνει το ιξώδες).

Συστήματα αέρα, αφρού και λάσπης

Παρακάτω υπάρχουν τα συστήματα τεσσάρων τύπων “κάτω από υδροστατική πίεση”

- 1) Ο ξηρός αέρας εισάγεται μέσα στην οπή για να απομακρυνθούν τα θρύμματα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί έως ότου συναντήσουν σημαντικές ποσότητες
- 2) Στη συνέχεια χρησιμοποιείται διάτρηση με αφρό, η οποία περιλαμβάνει την έγχυση ενός παράγοντα αφρισμού στο ρεύμα του αέρα
- 3) Η διάτρηση με αφρό χρησιμοποιείται όταν συναντώνται μεγάλες ποσότητες νερού, και χρησιμοποιεί χημικά απολυμαντικά και πολυμερή για τον σχηματισμό του αφρού
- 4) Τα αεριζόμενα υγρά είναι ένα σύστημα λάσπης που εγχύεται με αέρα για την μείωση της υδροστατικής πίεσης



Σχήμα 6.

Συστήματα λάσπης workover

Επίσης ονομάζονται completion fluids (ρευστά συμπλήρωσης).

Είναι ειδικευμένα συστήματα που αποσκοπούν στην ελαχιστοποίηση της βλάβης σχηματισμού, στην συμβατικότητα των υγρών οξείδωσης και θραύσης και στη μείωση της ενυδάτωσης της αργίλου και των σχιστών. Συνήθως χρησιμοποιούνται άλατα υψηλής κατεργασίας και αναμιγμένα υγρά άλατος.

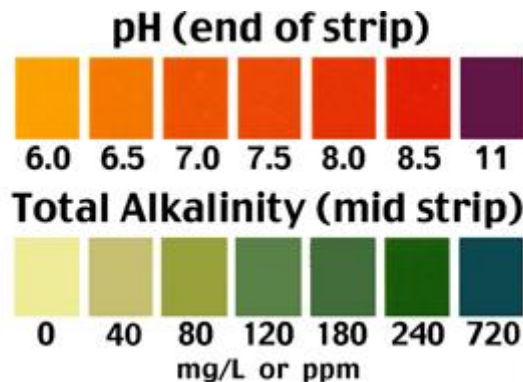
1.4 Διατηρητικά υγρά πρόσθετα

Σήμερα χρησιμοποιούνται πολλές κατηγορίες προσθέτων στον πολφό. Οι άργιλοι, τα πολυμερή, οι παράγοντες στάθμισης, τα πρόσθετα ελέγχου απώλειας, τα διασκορπιστικά ή τα αραιωτικά, οι ανόργανες χημικές ουσίες, τα υλικά απώλειας κυκλοφορίας και τα επιφανειοδραστικά είναι οι πιο συνηθισμένοι τύποι προσθέτων που χρησιμοποιούνται σε πολφό [λάσπη] μιας γεώτρησης.

Πολλές ουσίες, τόσο αντιδραστικές όσο και αδρανείς, προστίθενται σε μια γεώτρηση για την πραγματοποίηση εξειδικευμένων λειτουργιών. Οι πιο συνήθεις λειτουργίες είναι:

Αλκαλικότητα και έλεγχος pH

Σχεδιασμένο για τον έλεγχο του βαθμού οξύτητας ή αλκαλικότητας του υγρού γεώτρησης. Τα πιο συνηθισμένα είναι ασβέστης, καυστική σόδα και όξινο ανθρακικό άλας σόδας.



Σχήμα 7.

Βακτηριοκτόνα

Χρησιμοποιείται για τη μείωση του αριθμού των βακτηρίων. Τα πιο συνηθισμένα είναι συντηρητικά παραφορμαλδεΰδης, καυστικής σόδας, ασβέστη και αμύλου.

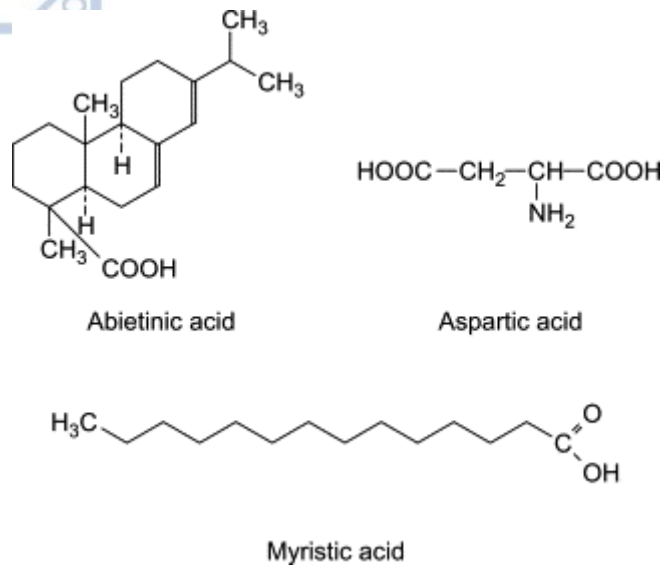
Μειωτές ασβεστίου

Αυτά χρησιμοποιούνται για την πρόληψη, τη μείωση και την υπέρβαση των επιδράσεων μόλυνσης του θεικού ασβεστίου (ανυδρίτης και γύψος). Τα πιο συνηθισμένα είναι καυστική σόδα, ανθρακικό νάτριο, όξινο ανθρακικό άλας και ορισμένα πολυ-φωσφορικά

Αναστολείς διάβρωσης

Χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των επιπτώσεων της διάβρωσης του οξυγόνου και του υδρόθειου. Ενυδατωμένα άλατα ασβεστίου και αμμωνίας

προστίθενται συχνά για τον έλεγχο της διάβρωσης. Οι λάσπες με βάση το πετρέλαιο έχουν εξαιρετικές ιδιότητες αναστολής της διάβρωσης.



Σχήμα 8.

Defoamers

Αυτά χρησιμοποιούνται για τη μείωση της δράσης αφρισμού σε αλάτι και κορεσμένα συστήματα λάσπης αλμυρού νερού, μειώνοντας την επιφανειακή τάση.



Εικόνα 5

Γαλακτωματοποιητές

Προστίθεται στο σύστημα λάσπης για να δημιουργήσει ένα ομοιογενές μείγμα δύο υγρών. Τα πιο συνηθισμένα είναι τα τροποποιημένα λιγνοσουλφονικά, λιπαρά οξέα και παράγωγα αμύνης.

Κροκιδωτικά

Αυτά χρησιμοποιούνται για να προκαλέσουν τα κολλοειδή σωματίδια σε αιώρηση να σχηματίσουν δέσμες. Τα πιο συνηθισμένα είναι αλάτι, ένυδρος ασβέστης, γύψος και τριφωσφορικά άλατα νατρίου.



Εικόνα 6

Μειωτές διηθήματος

Αυτά χρησιμοποιούνται για τη μείωση της ποσότητας νερού που χάνεται στους σχηματισμούς. Τα πιο συνηθισμένα είναι άργιλοι μπεντονίτη, CMC (καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη νατρίου) και προ-ζελατινοποιημένο άμυλο.

Παράγοντες αφρισμού

Χρησιμοποιείται συχνότερα σε εργασίες γεώτρησης με αέρα. Δρούν ως επιφανειοδραστικά, για αφρισμό με την παρουσία νερού.

Υλικά απώλειας κυκλοφορίας

Αυτά τα αδρανή στερεά χρησιμοποιούνται για να συνδέσουν κάποιο μεγάλο άνοιγμα στους σχηματισμούς, ή για να αποτρέψουν την απώλεια ακόμη και όλου του πολφού της γεώτρησης. Συνήθως χρησιμοποιούνται βύσματα καρυδιού (κέλυφος nyl) και νιφάδες μαρμαρυγία.



Σχήμα 9.

Λιπαντικά

Χρησιμοποιούνται για τη μείωση της ροπής στο κοπτικό [bit] μειώνοντας τον συντελεστή τριβής.

Παράγοντες ψύξης των σωλήνων

Χρησιμοποιείται ως εντοπισμός υγρών σε περιοχές κολλημένου σωλήνα για τη μείωση της τριβής, την αύξηση της λιπαντικότητας και την αναστολή της ενυδάτωσης του σχηματισμού. Συνήθως χρησιμοποιούνται λάδια, απορρυπαντικά, επιφανειοδραστικά και σαπούνια.

Αναστολείς ελέγχου σχιστών

Αυτά χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της ενυδάτωσης, της σπηλαίωσης και της αποσύνθεσης των σχηματισμών αργίλου / σχιστόλιθου. Για την επίτευξη αυτού του ελέγχου χρησιμοποιούνται η γύψος, το πυριτικό νάτριο και τα λιγνοσουλφονικά ασβέστια.

Επιφανειοδραστικά

Χρησιμοποιούνται για τη μείωση των ενδιάμεσων εντάσεων μεταξύ των επιφανειών επαφής (πετρέλαιο / νερό, πολφός / στερεά, πολφός / αέρας κ.λπ.)

Παράγοντες στάθμισης

Χρησιμοποιείται για να παρέχει ένα σταθμισμένο ρευστό υψηλότερο ειδικού βάρους για τα υγρά. Τα υλικά είναι βαρύτης, αιματίτης, ανθρακικό ασβέστιο και γαληνίτης.

1.5Εξισώσεις ισορροπίας υλικού

Οι εξισώσεις ισορροπίας υλικού χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της πυκνότητας και του όγκου, όταν αναμειγνύονται δύο ή περισσότερα αδιάλυτα υλικά.

Το τυπολόγιο έχει ως εξής:

$$V_1 \cdot W_1 + V_2 \cdot W_2 \dots = V_F \cdot W_F, \text{όπου: } V_1 + V_2 \dots = V_F$$

Όπου :

- V_1 = Όγκος πρώτου υλικού
- V_2 = Όγκος δεύτερου υλικού
- W_1 = Πυκνότητα πρώτου υλικού
- W_2 = Πυκνότητα δεύτερου υλικού
- V_F = Άθροισμα όλων των όγκων
- W_F = Άθροισμα των συνολικών πυκνοτήτων

Οι συχνότερες μεταβλητές στις εξισώσεις ισορροπίας υλικών είναι:

Ο Βαρίτης, ο Αιματίτης και το Ελαφρύ Πετρέλαιο

$$\begin{aligned}
 & \underbrace{G_{fgi} E_g}_{\text{free-gas expansion}} + \underbrace{N_{foi} E_o}_{\text{free-oil expansion}} + \underbrace{W E_w}_{\text{free-water expansion}} + \underbrace{V_{pi} E_f}_{\text{pore-volume contraction}} + \underbrace{W_e}_{\text{water influx}} \\
 &= \underbrace{(G_p - G_I) \left(\frac{B_g - B_o R_v}{1 - R_v R_s} \right)}_{\text{net gas withdrawal}} + \underbrace{N_p \left(\frac{B_o - B_g R_s}{1 - R_v R_s} \right)}_{\text{oil withdrawal}} + \underbrace{(W_p - W_I) B_w}_{\text{net water withdrawal}}
 \end{aligned}$$

Σχήμα 10.

1.6 Υγρά Γεώτρησης με βάση το Πετρέλαιο

Τα υγρά με βάση το πετρέλαιο, λόγω της ιδιαίτερης φύσης τους ως μείγματος δύο αναμίξιμων υγρών απαιτούν θεραπείες και διαδικασίες δοκιμής. Η διασκορπισμένη φάση είναι το υγρό που υπάρχει με τη μορφή λεπτών διαιρεμένων σταγονιδίων ενώ η συνεχής φάση αποτελεί το υγρό που υπάρχει σε μορφή μήτρας στην οποία αιωρούνται σταγονίδια.

Για να διατηρηθούν αυτά τα υγρά σταθεροποιημένα, ένας γαλακτωματοποιητής προστίθεται για να σχηματίσει μια διεπιφανειακή μεμβράνη γύρω από την διεσπαρμένη φάση που τους αναγκάζει να απωθούν το ένα το άλλο.

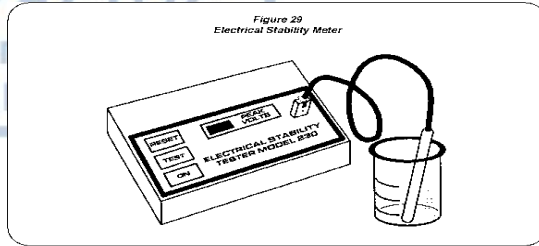
Τα αποτελέσματα ενός γαλακτωματοποιητή εξαρτώνται από την αλκαλικότητα και τους ηλεκτρολύτες (περιεκτικότητα σε χλώριο) της υδατικής φάσης και τη θερμοκρασία του υγρού γεώτρησης.

Ηλεκτρική Σταθερότητα

Η ηλεκτρική σταθερότητα ενός ρευστού γεώτρησης με βάση το πετρέλαιο είναι η σταθερότητα των γαλακτωμάτων νερού σε πετρέλαιο, ή η ποσότητα του ρεύματος που απαιτείται για την διάσπαση του γαλακτωματοποιητή, επιτρέποντας τη συγκέντρωση του αλατούχου νερού.

Όταν ένας ηλεκτρικός ανιχνευτής εισάγεται στο υγρό μιας γεώτρησης και η τάση αυξάνεται έως ότου διαλυθεί το γαλάκτωμα, τότε το μέτρο της διάσπασης του γαλακτώματος υποδεικνύεται από την τρέχουσα ροή και η σχετική σταθερότητα καταγράφεται ως η ποσότητα τάσης στο σημείο βλάβης.

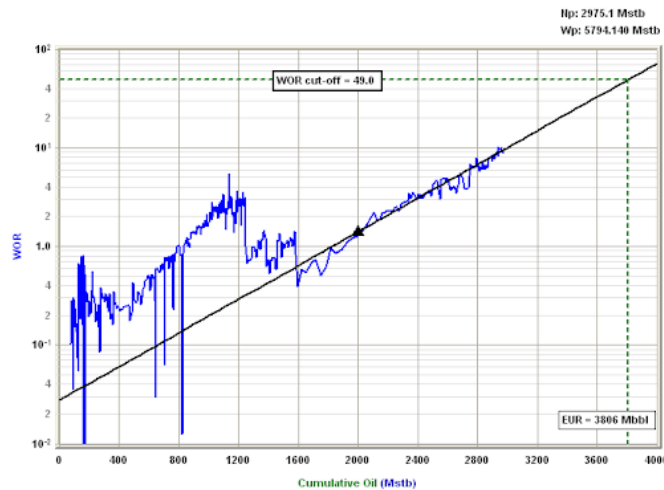
Ωστόσο, η ηλεκτρική σταθερότητα καταγράφεται ως ένδειξη τάσης και θερμοκρασίας του δείγματος υγρού της γεώτρησης όπου η προσθήκη γαλακτωματοποιητή θα αυξήσει τις μετρήσεις της ηλεκτρικής σταθερότητας. Επίσης, η κανονική "φρέσκια" λάσπη είναι περίπου 300 ή μεγαλύτερη ενώ κατά την διάτρηση, μπορεί να αυξηθεί σε 800 ή και παραπάνω.



Εικόνα 7

Λόγος: Πετρέλαιο/Πολφός

Ο λόγος WOR Water Oil Ratio ορίζεται ως το ποσοστό λιπαντικού σε υγρή φάση και το ποσοστό νερού σε υγρή φάση. Τα ποσοστά μπορούν να προσδιοριστούν από μια ανάλυση ανταπόκρισης του ρευστού.



Σχήμα 11.

Σημείο Ανιλίνης

Ένας άλλος κοινός όρος που χρησιμοποιείται κατά την αντιμετώπιση ρευστών γεώτρησης με βάση το πετρέλαιο είναι το σημείο ανιλίνης αυτού του υγρού. Το σημείο ανιλίνης είναι η θερμοκρασία κάτω από την οποία ένα πετρέλαιο που περιέχει 50% κατ' όγκο ανιλίνη γίνεται θολό. Οι δυνάμεις του διαλύτη για το καουτσούκ σχετίζονται με την ισχύ του διαλύτη για την ανιλίνη. Τα έλαια με σημείο ανιλίνης πάνω από 140°F θεωρούνται αποδεκτά. Παρακάτω βλέπουμε τη συσκευή που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση.



Εικόνα 8

1.7 Ιδιότητες διάτρησης υγρών

Για τους ανθρώπους που εργάζονται στα εργοτάξια, είναι απαραίτητο να έχουν την ικανότητα να διακρίνουν τα ρευστά από τα στερεά. Τα ρευστά μπορεί να είναι είτε ένα αέριο είτε ένα υγρό, όπου τα αέρια είναι πολύ συμπιέσιμα και ο όγκος τους εξαρτάται από την προστασία και τη θερμοκρασία. Τα υγρά, από την άλλη πλευρά, είναι ελαφρώς συμπιέσιμα και ο όγκος τους εξαρτάται μόνο από τη θερμοκρασία.

Παρακάτω θα αναφερθεί πολύ ο όρος “ρευστό” δεδομένου ότι οι λάσπες γεώτρησης αναφέρονται ως υγρά γεώτρησης.

Ένας κύβος νερού διαμέτρου 1 ποδιού σε κάθε άκρη, ζυγίζει 62,4lbs. Η πυκνότητα ή το “ειδικό βάρος” ισούται με 62,4lb/ft³. Το ειδικό βάρος που διαχωρίζεται από την σταθερά βαρύτητας είναι γνωστό ως “πυκνότητα μάζας” ή απλώς πυκνότητα. Ο ίδιος ο κύβος νερού ασκεί υδροστατική πίεση 62,4lbs κατανεμημένη ομοιόμορφα στην κάτω επιφάνεια του 1 ft² ή 0,433 psi.

Η υδροστατική πίεση μιας στήλης καθορίζεται από:

$$H_p = (D_v - F_1) \cdot MD \cdot g$$

Όπου H_p = Υδροστατική πίεση

D_v = Κατακόρυφο βάθος

F_1 = Βάθος ροής

MD = Πυκνότητα υγρού

g = Βαρυτική σταθερά

Το παραπάνω εξαρτώνται από το κατακόρυφο βάθος και την πυκνότητα υγρού. Στις μονάδες πετρελαίου, η πυκνότητα υγρού θα είναι η “πυκνότητα λάσπης” με συντελεστή μετατροπής 0,0519.

1.8 Πίεση

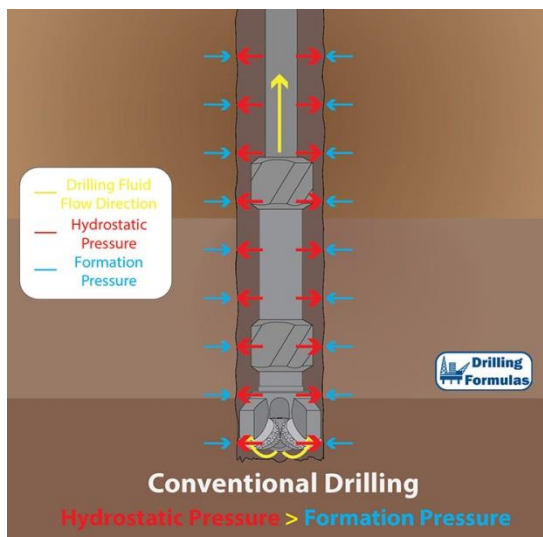
Η πίεση ορίζεται ως η δύναμη που δρα σε μια περιοχή μονάδας. Στο λιπαντικό πεδίο, η πίεση μετريέται συνήθως σε rounds ανά τετραγωνική ίντσα.

Σε ένα εργοτάξιο, οι εργαζόμενοι ασχολούνται με όλο το κυκλοφοριακό σύστημα. Χρειάζεται να γνωρίζουν την πίεση σε ένα συγκεκριμένο σημείο του φρεατίου ή μπορεί να χρειάζεται να γνωρίζουν και την συνολική πίεση που απαιτείται για την άντληση ενός συγκεκριμένου όγκου λάσπης με ένα δεδομένο ρυθμό. Υπάρχουν διάφοροι τύποι πιέσεων λόγω διαφορετικών μηχανισμών και ταξινομούνται ως υδροστατικοί, υδραυλικοί ή επιβεβλημένοι. Όλες αυτές οι πιέσεις έχουν ως αποτέλεσμα μια δύναμη που δρα σε μια περιοχή μονάδας, παρόλο που η προέλευση τους μπορεί να διαφέρει.

Υδροστατική Πίεση

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η υδροστατική είναι η πίεση που δημιουργείται από μια στήλη υγρού λόγω της πυκνότητας και του κατακόρυφου ύψους. Αυτός ο τύπος πίεσης υπάρχει πάντα και μπορεί να υπολογιστεί εάν το υγρό είναι στατικό ή ρέει. Χρησιμοποιείται ως εξής:

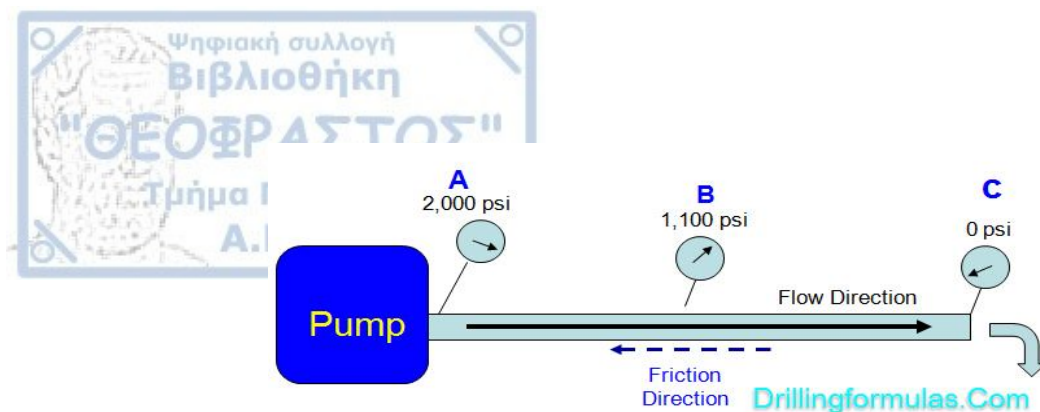
$$H_p (\text{psi}) = MW * 0.0519 * \text{TVD} (\text{ft})$$



Σχήμα 12.

Υδραυλική Πίεση

Η υδραυλική πίεση δημιουργείται με σκοπό τη μετακίνηση του πολφού διάτρησης μέσω του σωλήνα. Αυτός ο τύπος πίεσης μπορεί να υπολογιστεί σε οποιοδήποτε σημείο του κυκλοφορούντος συστήματος. Η πτώση πίεσης ή η απώλεια πίεσης είναι η ποσότητα πίεσης που απαιτείται για την μετακίνηση του υγρού σε μια δεδομένη απόσταση.



Σχήμα 13.

Συνήθως, η υδραυλική πίεση θα υπολογιστεί με σκοπό να προσδιορίσει τη συνολική πίεση που ασκείται στο ‘πέδιλο’ του περιβλήματος. Αφού προσδιοριστεί η πίεση, συχνά μετατρέπεται σε ισοδύναμο πυκνότητας λάσπης και αναφέρεται ως E.C.D. (Ισοδύναμη Πυκνότητα Κυκλοφορίας) για αυτό το βάθος.

Η αναμενόμενη πίεση της αντλίας προσδιορίζεται χρησιμοποιώντας τις ιδιότητες της λάσπης, τη διαμόρφωση συμβολοσειράς τρυπανιών, το μέγεθος του κοπτικού bit, τη συνολική περιοχή για το bit και το ρυθμό ροής.

Επιβαλλόμενη Πίεση

Οι επιβαλλόμενες είναι οι εξωτερικές πιέσεις που “επιβάλλονται” στην πηγή. Δεδομένου ότι η πηγή είναι ανοιχτή στην ατμόσφαιρα πρέπει να κλείσει με σκοπό να υπάρξει πίεση. Αυτός ο τύπος πίεσης θα είναι πάντα αισθητός ομοιόμορφα σε ολόκληρο το φρεάτιο κλεισίματος. Οι επιβληθείσες πιέσεις προέρχονται από τις αντλίες και τον σχηματισμό.

Πίεση που επιβάλλεται από την αντλία

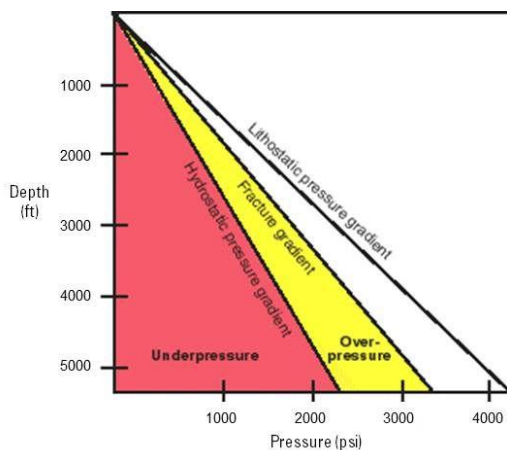
Η πίεση που επιβάλλεται από την αντλία αναφέρεται ως η δοκιμή του “casing shoe” και γίνεται προκειμένου να προσδιοριστεί η πίεση του σχηματισμού. Υπό κανονικές συνθήκες, η πίεση του σχηματισμού θα αυξηθεί με το βάθος. Αυτό σημαίνει ότι οι σχηματισμοί συνήθως γίνονται πιο ‘δυνατοί’, και ως εκ τούτου δυσκολότερο να σπάσουν, καθώς αυξάνεται το βάθος. Είναι δυνατόν να διεξαχθούν τρεις διαφορετικοί τύποι δοκιμών του “casing shoe”. Αυτοί είναι:

- Δοκιμή διαρροής: Η άντληση στο πηγάδι κλεισίματος συνεχίζεται έως ότου χαθεί λάσπη στον σχηματισμό. Σημειώνεται από μια μη γραμμική σχέση μεταξύ του όγκου που αντλείται και της αύξησης της πίεσης.
- Δοκιμή ακεραιότητας πίεσης: Η άντληση προχωρά έως ότου επιτευχθεί μια προκαθορισμένη πίεση (αντλία) χωρίς απώλεια λάσπης στον σχηματισμό.

- Δοκιμή θραύσης: Η άντληση προχωρά μέχρι την θραύση του σχηματισμού. Αν και αυτός ο τύπος δοκιμής πραγματοποιείται περιστασιακά, δεν είναι φυσιολογικός τρόπος διεξαγωγής δοκιμής.

Πίεση που επιβάλλεται από τον σχηματισμό

Οι επιβαλλόμενες πιέσεις μπορούν επίσης να προέρχονται από τον σχηματισμό. Εάν η πίεση του σχηματισμού υπερβεί την υδροστατική πίεση και το φρεάτιο είναι κλειστό, η διαφορά πίεσης μεταξύ του υδροστατικού του ρευστού γεώτρησης και της πίεσης του σχηματισμού, θα επιβληθεί σε όλο το σύστημα. Αυτή η πίεση μπορεί να 'διαβαστεί' στην επιφάνεια όπου εκεί θα σημειωθούν δύο διαφορετικές ενδείξεις. Αυτές θα είναι η πίεση του τρυπανιού (αντλία) και η πίεση του περιβλήματος (τσοκ). Στην περίπτωση που δεν εμφανιστεί εισροή υγρού του σχηματισμού, τότε η υδροστατική πίεση στη συμβολοσειρά τρυπανιού και στον δακτύλιο θα είναι η ίδια, με αποτέλεσμα ίσες πιέσεις τρυπανιού και περιβλήματος. Συνήθως, κάθε εισροή υγρού του σχηματισμού θα έχει πυκνότητα μικρότερη από το υγρό διάτρησης και θα εισέρχεται μόνο στον δακτύλιο. Σε αυτήν την περίπτωση, η συνολική υδροστατική πίεση στο δακτύλιο θα είναι μικρότερη από την υδροστατική πίεση. Δεδομένου ότι η πίεση του σχηματισμού είναι σταθερή για τον πυθμένα της οπής οι προκύπτουσες πιέσεις στο κοπτικό και στο περίβλημα θα διαφέρουν. Η πίεση του επιφανειακού τρυπανιού θα είναι μικρότερη από την δακτυλιοειδή πίεση καθώς η υδροστατική του είναι μεγαλύτερη.



Σχήμα 14.

Ο νόμος του Πασκάλ

«Η πίεση σε οποιοδήποτε σημείο ενός στατικού υγρού είναι η ίδια σε όλες τις κατευθύνσεις. Κάθε πίεση που ασκείται σε ένα ρευστό μεταδίδεται σε όλο το ρευστό».

Οι συνέπειες αυτού του νόμου όταν εφαρμόζονται στις πρακτικές μιας γεώτρησης είναι σημαντικές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΣΩΛΗΝΩΣΗ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΩΣΗ ΤΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ

Γενικά

Η χρήση της σωλήνωσης σε γεωτρήσεις θεωρείται πάντοτε μια καλή πρακτική λειτουργία.

Η χρήση σωληνώσεων επιτρέπει τον καλύτερο έλεγχο της γεώτρησης επειδή τα κυκλοφορούντα υγρά μπορούν να την καταστρέψουν. Ωστόσο, η απόδοση της ροής βελτιώνεται με την χρήση των σωλήνων. Επιπλέον, απαιτείται σωλήνωση για τις περισσότερες εγκαταστάσεις ανύψωσης και με την χρήση συσκευαστή επιτρέπει την απομόνωση της τσιμέντωσης από υγρά γεώτρησης, καθώς αποτρέπει τη διάβρωση.

Η σωστή επιλογή, σχεδιασμός και εγκατάσταση των σωληνώσεων είναι κρίσιμα μέρη κάθε ολοκλήρωσης μιας γεώτρησης. Οι σωληνώσεις πρέπει να έχουν το σωστό μέγεθος ώστε τα ρευστά να ρέουν αποτελεσματικά ή να επιτρέπουν την εγκατάσταση αποτελεσματικού τεχνητού εξοπλισμού ανύψωσης. Μια σειρά σωλήνων που είναι πολύ μικρή προκαλεί μεγάλες απώλειες τριβής και περιορίζει την παραγωγή καθώς υπάρχει περίπτωση να περιορίσει σοβαρά τον τύπο και το μέγεθος του τεχνητού ανυψωτικού εξοπλισμού. Από την άλλη, μια σειρά που είναι πολύ μεγάλη, μπορεί να προκαλέσει ασταθή ροή, η οποία έχει ως αποτέλεσμα τη φόρτωση της γεώτρησης και μπορεί να περιπλέξει τις εργασίες.

Επιπρόσθετα, η τσιμέντωση έχει πολλές σημαντικές λειτουργίες κατά τη διάτρηση και ολοκλήρωση μιας γεώτρησης. Χρησιμοποιείται για την παροχή ενός μέσου ελέγχου των ρευστών που συναντώνται κατά την διάτρηση, για την αποτροπή της μόλυνσης των υγρών που παράγονται και για την προστασία ή την απομόνωση ορισμένων σχηματισμών κατά τη διάρκεια μιας γεώτρησης. Η τσιμέντωση είναι επίσης ένα από τα ακριβότερα μέρη της γεώτρησης, περίπου το 20% του κόστους της και χωρίζεται συνήθως σε πέντε τύπους.

2.1 Σωλήνες Επένδυσης [Casings]

Σωλήνωση επαφής (conductor pipe),

Αποτελεί την πρώτη σωλήνωση που θα χρησιμοποιηθεί. Το βάθος της μπορεί να κυμαίνεται από 10ft έως 300 ft. Το κανονικό μέγεθος της σωλήνωσης αυτής είναι από 16 έως 36 ίντσες (εξωτερική διάμετρος). Η Σωλήνωση επαφής πρέπει να είναι αρκετά μεγάλη ώστε να επιτρέπει τη διέλευση των άλλων σειρών σωληνώσεων καθώς και την τσιμέντωση. Σκοπός αυτής είναι να αυξήσει το επίπεδο του κυκλοφορούντος υγρού έτσι ώστε να είναι δυνατή

η επιστροφή του και επίσης συμβάλει στην αποτροπή των εκπλύσεων στην κοντινή επιφάνεια που συνήθως είναι ασταθής σχηματισμός.

Επιφανειακή σωλήνωση (surface casing)

Η Επιφανειακή σωλήνωση που θα χρησιμοποιηθεί εξαρτάται από το βάθος των μη ενοποιημένων/χαλαρών σχηματισμών. Το κανονικό μέγεθος του είναι μεταξύ 20 ιντσών και 13-3 /8 ιντσών (εξωτερική διάμετρος). Δεδομένου ότι η θερμοκρασία, ή πίεση και τα διαβρωτικά υγρά τείνουν να αυξάνονται με το βάθος, απαιτούνται και διαφορετικές ποιότητες επιφανειακής σωλήνωσης για την αντιμετώπιση των διαφορετικών συνθηκών εντός των γεωτρήσεων. Σκοπός της επιφανειακής σωλήνωσης είναι η προστασία των σχηματισμών με γλυκό νερό [υδροφόροι], η σφράγιση των χαλαρών σχηματισμών και των ζωνών απώλειας της κυκλοφορίας, η παροχή για την εγκατάσταση του B.O.P., η προστασία διαφόρων τμημάτων της γεώτρησης σε κεκλιμένες γεωτρήσεις και η δυνατότητα διενέργειας διαφόρων δοκιμών [tests].

Ενδιάμεση Σωλήνωση

Η Ενδιάμεση Σωλήνωση τοποθετείται μετά την επιφανειακή σωλήνωση. Το μέγεθος της θα εξαρτηθεί από το μέγεθος της επιφανειακής σωλήνωσης και το βαθμό αντοχής που απαιτείται για να αντέχει στις συνθήκες της επιφάνειας. Τα κανονικά μεγέθη είναι μεταξύ 9 5/8 και 12 3/8 ιντσών (εξωτερική διάμετρος).

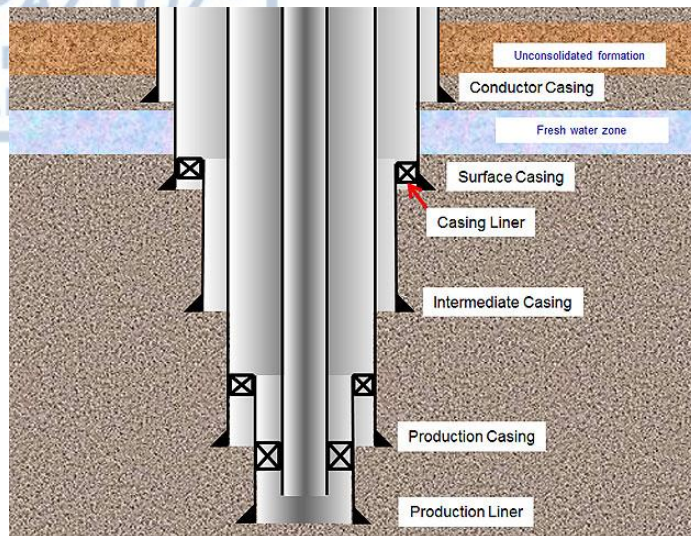
Παραγωγική Σωλήνωση

Η παραγωγική σωλήνωση είναι συνήθως το τελευταίο πλήρες σετ σωλήνων σε μια γεώτρηση. Αυτές χρησιμοποιούνται για την απομόνωση των σχηματισμών παραγωγής και παρέχουν επιλεκτική παραγωγή σε πολλαπλές ζώνες. Το μέγεθος της θα εξαρτηθεί από τον αναμενόμενο ρυθμό παραγωγής. Όσο υψηλότερος είναι αυτός ανά ημέρα, τόσο μεγαλύτερη είναι η εσωτερική διάμετρος αυτής της σωλήνωσης. Τα κοινά μεγέθη είναι μεταξύ 3 και 7 ιντσών (εξωτερική διάμετρος).

Liner

Liner είναι μια σειρά σωληνώσεων οι οποίες δεν φτάνουν μέχρι την επιφάνεια. Συνήθως “κρέμονται” από την βάση της ενδιάμεσης σωλήνωσης και φτάνουν στον πυθμένα της οπής. Το κύριο πλεονέκτημα είναι πως το κόστος μειώνεται σημαντικά, όπως οι χρόνοι λειτουργίας του τσιμέντου. Κατά τη διάρκεια της γεώτρησης, εάν το liner πρέπει να επεκταθεί μέχρι την επιφάνεια τότε η σειρά των σωλήνων που συνδέει το liner με την επιφάνεια είναι γνωστή ως “tie-back”.

Παρακάτω βλέπουμε ένα σχεδιάγραμμα που απεικονίζει τους τύπους που προαναφέρθηκαν.



Σχήμα 15.

Πρότυπα των σωλήνων επένδυσης

Το Αμερικανικό Ινστιτούτο Πετρελαίου (API) έχει αναπτύξει ορισμένα πρότυπα και προδιαγραφές για τσιμέντωση και σωληνώσεις που σχετίζονται με το πετρέλαιο. Ένα από τα πιο κοινά πρότυπα είναι το βάρος ανά μονάδα μήκους. Υπάρχουν τρία βάρη που χρησιμοποιούνται:

- Ονομαστικό βάρος: Με βάση το θεωρητικό υπολογισμένο βάρος ανά πόδι για μήκος 20 πόδια με νήμα και δεσμό σωλήνων επένδυσης,
- Απλό βάρος: Το βάρος των σωλήνων επένδυσης χωρίς τα νήματα και τους δεσμούς,
- Βάρος με νήματα και συνδυασμούς: Το βάρος ενός δεσμού περιβλήματος με νήματα και στα δυο άκρα και ένα δεσμό στο ένα άκρο.

Τα πρότυπα API περιλαμβάνουν τρεις περιοχές μήκους, οι οποίες είναι:

- R-1: Το μήκος του δεσμού πρέπει να κυμαίνεται από 16 έως 25 πόδια και το 95% πρέπει να έχει μήκος μεγαλύτερο από 18 πόδια
- R-2: Το μήκος του δεσμού πρέπει να κυμαίνεται από 25 έως 34 πόδια και το 95% πρέπει να έχει μήκος μεγαλύτερο από 28 πόδια
- R-3: Το μήκος του δεσμού πρέπει να είναι πάνω από 34 πόδια και το 95% πρέπει να έχει μήκος μεγαλύτερο από 36 πόδια

Ο βαθμός API υποδηλώνει τις χαλύβδινες ιδιότητες των σωλήνων επένδυσης. Ο βαθμός έχει ένα γράμμα που ορίζει τον βαθμό και έναν αριθμό, ο οποίος ορίζει την ελάχιστη ισχύ απόδοσης σε χιλιάδες psi. Παρακάτω παρατίθεται ένας πίνακας με βαθμούς και ιδιότητες τσιμέντωσης API:

API Grade	Yield Strength (min), psi	Tensile Strength (min), psi
H-40	40,000	60,000
J-55	55,000	75,000
K-55	55,000	95,000
C-75	75,000	95,000
L-80	80,000	100,000
N-80	80,000	100,000
C-90	90,000	105,000
C-95	95,000	105,000
P-110	110,000	125,000

Οι ιδιότητες των σωλήνων επένδυσης ορίζονται ως:

- Δύναμη απόδοσης: Η εφελκυστική τάση που απαιτείται για την παραγωγή συνολικής επιμήκυνσης 0,5% ανά μονάδα μήκους,
- Δύναμη κατάρρευσης: Η μέγιστη εξωτερική πίεση ή δύναμη που απαιτείται για την κατάρρευση του δεσμού των σωλήνων επένδυσης,
- Δύναμη ροπής: Η μέγιστη εσωτερική πίεση που απαιτείται για να προκαλέσει την απόδοση ενός δεσμού των σωλήνων επένδυσης.

Οι διαστάσεις των σωλήνων επένδυσης καθορίζονται από την εξωτερική διάμετρο (OD) και το ονομαστικό πάχος του τοιχώματος. Οι κανονικές, καλές θέσεις καθορίζουν το περίβλημα με το OD και το βάρος ανά πόδι. Όπως αναφέρθηκε νωρίτερα, πρέπει να προσδιοριστεί σε ποιο βάρος αναφέρεται, αν και συνήθως είναι το ονομαστικό βάρος.

Σύζευξη (Coupling) των σωλήνων επένδυσης

Ως συζεύξεις ορίζουμε τα μικρά κομμάτια σωλήνων επένδυσης που χρησιμοποιούνται για να συνδέσουν τις μεγάλες σωλήνες επένδυσης [casings] μεταξύ τους. Συνήθως κατασκευάζονται από τον ίδιο 'βαθμό' χάλυβα [grade of steel] με τα ίδια τα casings. Η αντοχή τους εντούτοις μπορεί να διαφέρει από αυτήν των casings. Το American Petroleum Institute [API] παρουσιάζει προδιαγραφές για τέσσερις τύπους **Couplings**.

1. Short round threads and couplings (CSG)
2. Long round threads and couplings (LCSG)

3. Buttress threads and couplings (BCSG)
4. Extremeline threads (XCSG)



5.

Εικόνα 9

Το CSG και το LCSG έχουν τον ίδιο βασικό σχεδιασμό σπειρώματος (thread design). Τα σπειρώματα έχουν στρογγυλό σχήμα, με οκτώ σπείρες ανά ίντσα. Αυτά γενικά αναφέρονται ως API 8-round. Η μόνη διαφορά μεταξύ των δύο είναι ότι το LCSG έχει μεγαλύτερο μήκος σπειρώματος [longer thread run-out], το οποίο προσφέρει περισσότερη ισχύ κατά τη σύνδεση. Το LCSG είναι ένας πολύ συνήθης τύπος σύζευξης [coupling].

Τα Buttress (BCSG) threads είναι λίγο πιο τετραγωνισμένα, με πέντε σπείρες ανά ίντσα. Είναι επίσης οι πλέον επιμήκεις συζεύξεις.

Τα XCSG (Extremeline) couplings διαφέρουν από τους άλλους τρεις τύπους συζεύξεων καθώς διαθέτουν box and pin ends.

Τα Coupling threads κόβονται με τρόπο ώστε να δημιουργείται κωνική παραμόρφωση με μείωση της διαμέτρου. Μια χαλαρή σύνδεση μπορεί να οδηγήσει σε διαρροή [leaking]. Μια υπερβολικά σφιχτή σύνδεση θα έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία του φαινομένου γνωστού ως **galling**, το οποίο και πάλι θα προκαλέσει διαρροή [*Galling is the term used when two surfaces in contact seize up as a result of cold welding. The problem (also known as 'adhesive wear') is most commonly seen when tightening bolts made from materials such as stainless steel, aluminium or titanium*]. Η σωστή κατασκευή γίνεται χρησιμοποιώντας σχετικούς πίνακες ροπής στρέψης [torque make-up tables] με απαιτούμενο αριθμό στροφών.

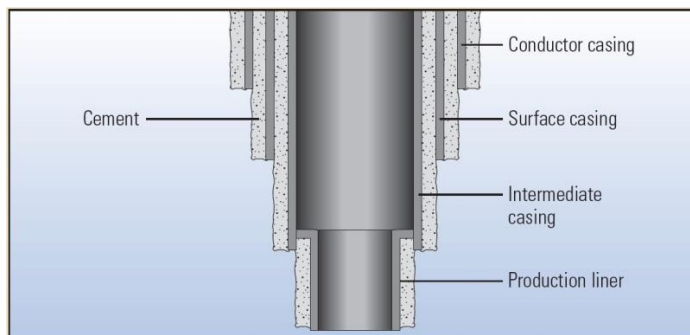
Πολλές εταιρίες έχουν τα δικά τους **Couplings**, πέραν των προτύπων API, τα οποία προσφέρουν πρόσθετες δυνατότητες που δεν είναι διαθέσιμες από το API.

2.2 Τσιμέντο

Γενικά:

Η τσιμεντώση της γεώτρησης είναι η διαδικασία παρασκευής και εισπίεσης τσιμεντοπολτού πίσω από τις σωλήνες επένδυσης, δηλαδή στο δακτύλιο [annulus], που αποτελεί τον κενό χώρο μεταξύ της εξωτερικής διαμέτρου των σωλήνων επένδυσης και των τοιχωμάτων της γεώτρησης συνδέοντας έτσι το casing με τον σχηματισμό.

Ορισμένες πρόσθετες λειτουργίες του τσιμέντου περιλαμβάνουν: Προστασία των σχηματισμών παραγωγής, παροχή υποστήριξης για τις σωλήνες επένδυσης, προστασία των σωλήνων επένδυσης από την διάβρωση, σφράγιση ζωνών υψηλών πιέσεων και προστασία της γεώτρησης σε περίπτωση προβλημάτων.



Σχήμα 16.

Το κύριο συστατικό στα περισσότερα τσιμέντα είναι το τσιμέντο Portland, το οποίο περιλαμβάνει τέσσερα συστατικά: tricalcium silicate ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$), dicalcium silicate ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$), tricalcium aluminate ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$), και tetra-calcium aluminoferrite ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3\text{Fe}_2\text{O}_3$). Το όνομα δόθηκε από τον εφευρέτη αυτού του τσιμέντου Joseph Aspdin από την Αγγλία, ο οποίος για πρώτη φορά δημιούργησε τη βασική 'πατέντα' το 1824, και ο οποίος έδωσε το συγκεκριμένο όνομα λόγω ομοιότητας με έναν ασβεστόλιθο του Isle of Portland, στα ανοικτά των ακτών της Αγγλίας.

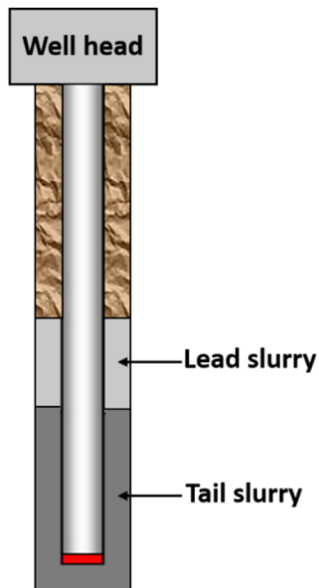
Το τσιμέντο κατασκευάζεται ουσιαστικά με τον ίδιο τρόπο. Τα υλικά υφίστανται **λεπτή άλεση** και αναμιγνύονται στις σωστές αναλογίες, είτε σε ξηρή κατάσταση είτε ως πολφός. Το μείγμα στη συνέχεια τροφοδοτείται στο άνω άκρο ενός κεκλιμένου κλιβάνου με ομοιόμορφο ρυθμό. Ο κλιβανός θερμαίνεται σε θερμοκρασίες περίπου 1450°C . Καθώς το μείγμα πέφτει στο κάτω άκρο, λιώνει και εμφανίζονται χημικές αντιδράσεις μεταξύ των πρώτων υλών. Όταν το μείγμα κρυνώσει, ονομάζεται κλίνκερ. Στη συνέχεια, το κλίνκερ αλέθεται με ελεγχόμενη ποσότητα γύψου με σκοπό να σχηματιστεί το τσιμέντο Portland.

Οι βασικές ενώσεις που προκύπτουν από τη διαδικασία καύσης είναι το πυριτικό ασβέστιο, το πυριτικό άλας του ασβεστίου, το αργιλικό άλας ασβεστίου και ο φερρίτης τετρασβεστίου. Αυτά τα υλικά είναι σε άνυδρη μορφή. Όταν προστίθεται πολφός, μετατρέπονται στην ένυδρη μορφή τους, η οποία στη συνέχεια ονομάζεται πολτός τσιμέντου.

Το Αμερικανικό Ινστιτούτο Πετρελαίου (API) έχει καθιερώσει ένα σύστημα ταξινόμησης για τους διάφορους τύπους τσιμέντων, τα οποία πρέπει να πληρούν συγκεκριμένες χημικές και φυσικές απαιτήσεις.

Πολτοί Τσιμέντου

Ο αντλούμενος πολτός δημιουργείται με την προσθήκη νερού σε ξηρό τσιμέντο με σκοπό να προκαλέσει ενυδάτωση. Για να χρησιμοποιηθούν σωστά τα τσιμέντα πρέπει να είναι γνωστές πολλές ιδιότητες. Αυτές είναι: η απόδοση ανά μονάδα, η απαιτούμενη ποσότητα νερού και η πυκνότητα του.



Σχήμα17.

Μια άλλη σημαντική παράμετρος είναι τα τσιμέντα απόλυτου όγκου. Αυτός είναι ο πραγματικός όγκος που καταλαμβάνεται από το υλικό (ο όγκος περιλαμβάνει τους ανοιχτούς χώρους μεταξύ των σωματιδίων τσιμέντου). Για παράδειγμα, ένας 'σάκος' (94 λίβρες) τσιμέντου έχει όγκο 1 ft^3 , αλλά εάν αφαιρεθούν όλοι οι ανοιχτοί χώροι μεταξύ των σωματιδίων, ο απόλυτος όγκος θα ήταν $0,478 \text{ ft}^3$.

Με ξηρά υλικά (τσιμέντο και πρόσθετα), ο απόλυτος όγκος χρησιμοποιείται μαζί με τις απαιτήσεις σε πολφό για τον προσδιορισμό του τσιμεντοπολτού. Για παράδειγμα, ο απόλυτος όγκος ενός σάκου τσιμέντου ($0,478 \text{ ft}^3$) συν ο όγκος του νερού ($5,18 \text{ gal/sk} \text{ ή } 0,693 \text{ ft}^3$) αποδίδει έναν όγκο πολτού $1,171 \text{ ft}^3$ ($0,478+0,693$).



Για συστατικά που διαλύονται στον πολτό (χλώριο, νάτριο, κ.λπ.), καθώς δεν καταλαμβάνουν τόσο χώρο όσο θα αναμενόταν από το ειδικό τους βάρος, ο απόλυτος όγκος προσδιορίζεται από πειραματικά δεδομένα και τοποθετείται σε πίνακες αναφοράς.

Ωστόσο, προσδιορίζεται η πυκνότητα πολτού. Δεδομένου ότι ένας σάκος τσιμέντου ζυγίζει 94 λίβρες και $0,693 \text{ ft}^3$ νερού ζυγίζουν 43,2 λίβρες, όταν αναμιγνύονται αποδίδουν 137,2 λίβρες πολτού. Η πυκνότητα του πολτού στη συνέχεια υπολογίζεται διαιρώντας το βάρος του πολτού με τον όγκο του πολτού, $137,2 \text{ lbs} / 1.171 \text{ ft}^3$ ισούται με $117,1 \text{ lbs} / \text{ft}^3$ (15.7 ppg). Επίσης, η απόδοση μετατρέπεται σε κυβικά πόδια ανά σάκο χρησιμοποιώντας τη σταθερά 7,4805 ($62,4 \text{ lbs} / \text{ft}^3 / 8.34 \text{ lbs} / \text{gal}$).

Η ιπτάμενη τέφρα, μια συνθετική ποζολάνη, είναι ένα άλλο σημαντικό συστατικό του τσιμέντου. Ένα μείγμα ιπτάμενης τέφρας / τσιμέντου ορίζεται ως η αναλογία της ιπτάμενης τέφρας προς το τσιμέντο (εκφραζόμενη σε 50:50 ή 60:40 κ.λπ.) με το σύνολο να ισούται πάντα με 100. Ο πρώτος αριθμός είναι το ποσοστό της ιπτάμενης τέφρας (74 λίβρες / σάκο), ο δεύτερος αριθμός είναι τσιμέντο (94 λίβρες / σάκο). Ένας σάκος ιπτάμενης τέφρας και ένας σάκος τσιμέντου έχουν τον ίδιο απόλυτο όγκο.

Εάν περιλαμβάνονται και άλλα πρόσθετα (gel, επιταχυντές, επιβραδυντικά κ.λπ.) το μείγμα εκφράζεται ως ποσοστό βάρους τόσο του τσιμέντου όσο και της ιπτάμενης τέφρας. Ο πολτός στη συνέχεια εκφράζεται: 50:50:2% gel.

2.3 Τυπικοί Υπολογισμοί Πεδίου

Η ποσότητα του εναιωρήματος τσιμέντου που χρησιμοποιείται, προσδιορίζεται με τον υπολογισμό του δακτυλιοειδούς όγκου μεταξύ του περιβλήματος και της ανοιχτής οπής και εκφράζοντας αυτήν την τιμή σε κυβικά πόδια [annular capacity]. Σε αυτήν την τιμή, πρέπει να προστεθεί ο όγκος του τσιμέντου στο casing και κάτω από τα πόδια.

Ο δακτυλιοειδής όγκος (bbls) προσδιορίζεται εύκολα ($d_{12}-d_{22} * 0.000971 * L$) και η μετατροπή από βαρέλια σε κυβικά πόδια είναι: $\text{bbls} * 5.6146 = \text{κυβικά πόδια}$.

Από τα δεδομένα της προόδου της όρυξης της γεώτρησης, μπορούν να υπολογιστούν οι διάφορες διαμέτροι εντός της γεώτρησης. Εάν δεν είναι απόλυτα γνωστές, τότε προστίθεται μια “επί τοις εκατό περίσσεια”. Μόλις προσδιοριστεί ο δακτυλιοειδής όγκος, τότε εφαρμόζεται ένας ελάχιστος παράγοντας ‘περίσσειας’ (συνήθως 10-15%) στο σύνολο. Αυτή η ποσότητα θα εισπιαστεί μέσα στον δακτύλιο μεταξύ των σχηματισμών και των σωλήνων επένδυσης.

2.4 Αφαίρεση Υγρού Γεώτρησης

Οι εργασίες της τσιμέντωσης, για να είναι επιτυχημένες, πρέπει όλοι οι δακτυλιοειδείς χώροι να γεμίζονται με τσιμέντο και αυτό να είναι σωστά συνδεδεμένο στο προηγούμενο casing και τον σχηματισμό. Για να συμβεί αυτό, όλο το ρευστό διάτρησης πρέπει να μετατοπιστεί από τον πολτό του τσιμέντου. Αυτό δεν είναι πάντα εύκολο, διότι υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που επηρεάζουν την αφαίρεση του υγρού γεώτρησης όπως:

- Το ξέπλυμα στην ανοιχτή τρύπα, καθιστώντας δύσκολη την αφαίρεση του πολφού της γεώτρησης [drilling mud],
- Οι γεωτρήσεις οι οποίες παρουσιάζουν απόκλιση από την καθετότητα [‘στραβές’ γεωτρήσεις], επίσης καθιστώντας δύσκολη την αφαίρεση του πολφού της γεώτρησης [drilling mud], από τη χαμηλή πλευρά,
- Τα κακώς επεξεργασμένα γεωτρητικά ρευστά με υψηλές απώλειες.

Η εφαρμογή καλών πρακτικών της γεώτρησης [good drilling practices] δεν θα διασφαλίσουν μια καλή εργασία τσιμέντωσης, αλλά μπορεί να βοηθήσουν στην αποτροπή αστοχίας. Το ιδανικό ρευστό μιας γεώτρησης για τις εργασίες της τσιμέντωσης πρέπει να έχει χαμηλή αντοχή σε πήξη, με χαμηλό PV και ΥΡ, χαμηλή πυκνότητα, και χημική βάση παρόμοια με αυτήν του τσιμέντου.

2.5 Ονοματολογία Τσιμέντου

Casing centralizers

Οι **Casing centralizers** βοηθούν στην απομάκρυνση του filter cake και στη μετατόπιση του διατρητικού ρευστού της γεώτρησης παρέχοντας μια πιο ομοιόμορφη ‘διαδρομή ροής’ για τον πολτό του τσιμέντου. Ο λεπτομερής έλεγχος των αρχείων καταγραφής από το mud logging θα βοηθήσει στην τοποθέτηση των centralizers. Οι ζώνες αυξημένης διαπερατότητας, και τα doglegs [A dog leg is a part of a wellbore which is not straight], θα πρέπει να έχουν centralizers γύρω από τις σωλήνες επένδυσης.



Σχήμα 18.

Οι scratchers των τοιχωμάτων της γεώτρησης

Υπάρχουν δύο ειδών scratchers, οι περιστρεφόμενοι, που χρησιμοποιούνται όταν το casing μπορεί να περιστραφεί, και οι παλινδρομικοί που χρησιμοποιούνται όταν το casing είναι παλινδρομικό [two general types of scratchers: Those that are used when the casing is rotated, Those that are used when the casing is reciprocated]. Όταν αυτά τα **scratchers** τοποθετούνται σε διαστήματα 15-20 πόδια, εμφανίζεται επικάλυψη καθαρισμού.



Σχήμα 19.

Πώματα [cementing plugs - Top & Bottom Plugs For Oilfield]

Τόσο το πάνω όσο και το κάτω πώμα χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια των εργασιών τσιμέντωσης. Χρησιμοποιούνται για να διαχωρίσουν τα διάφορα υγρά το ένα από το άλλο.

Το πώμα του πάνω πυθμένα έχει ρηχό επάνω μέρος, είναι κατασκευασμένο από καουτσούκ και έχει κοίλο πυρήνα. Χρησιμοποιείται πριν από τον πολτό τσιμέντου για την αποφυγή μόλυνσης τσιμέντου ή υγρού γεώτρησης και για τον καθαρισμό του τοιχώματος γύρω από τις σωλήνες επένδυσης. Αφού το κάτω πώμα έρθει σε επαφή με την πλωτή βαλβίδα, η επαρκής πίεση προκαλεί τη ρήξη του άνω διαφράγματος, επιτρέποντας στον πολτό τσιμέντου να ρέει μέσα από αυτό.

Το μαύρο πάνω πώμα έχει ένα βαθύ 'κύπελλο' στην κορυφή του και έχει έναν συμπαγή, χυτευμένο λαστιχένιο πυρήνα. Απορρίπτεται μετά την αντλία του πολτού τσιμέντου, με σκοπό να αποφευχθεί η μόλυνση με το υγρό μετατόπισης. Επίσης, το άνω πώμα σηματοδοτεί το τέλος της μετατόπισης σχηματίζοντας ένα σφράγισμα στο πάνω μέρος του κάτω πώματος, προκαλώντας αύξηση της πίεσης.



Εικόνα 10

Χημικά Πλυσίματα

Οι χημικές πλύσεις είναι υγρά που περιέχουν επιφανειοδραστικά και αραιωτικά λάσπης, σχεδιασμένα για να αραιώνουν και να διασκορπίζουν το υγρό της γεώτρησης έτσι ώστε να μπορεί να αφαιρεθεί από το περίβλημα και την οπή. Διατίθενται πλυντήρια για υγρά γεώτρησης με βάση το πετρέλαιο τα οποία είναι σχεδιασμένα για χρήση σε συνθήκες τυρβώδους ροής.

Διαχωριστικά Υγρά

Τα διαχωριστικά είναι υγρά ελεγχόμενου ιξώδους, πυκνότητας και αντοχής gel, τα οποία χρησιμοποιούνται για να αποτελέσουν 'ρυθμιστικό' παράγοντα μεταξύ του τσιμέντου και του διατρητικού ρευστού της γεώτρησης. Επίσης, βοηθούν στην απομάκρυνση του διατρητικού ρευστού της γεώτρησης κατά τη διάρκεια της τσιμεντώσης.

2.6 Πρόσθετα τσιμέντου

Αυτό το κεφάλαιο ασχολείται με ειδικές χημικές ουσίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρόσθετα τσιμέντου [additives]. Υπάρχουν δύο βασικά είδη στο τσιμέντο, δηλαδή το πρωτογενές και το δευτερογενές τσιμέντο. Το πρωτογενές τσιμέντο στερεώνει το ατσάλινο περίβλημα στον περιβάλλοντα σχηματισμό. Το δευτερεύον τσιμέντο χρησιμοποιείται για την πλήρωση σχηματισμών, στεγανοποίησης ή διακοπής της εισροής νερού. Η απόδοση μπορεί να ποικίλλει με την προσθήκη προσθέτων. Ανάλογα με την εφαρμογή του τσιμέντου, μπορεί να ενσωματωθεί μια μεγάλη ποικιλία προσθέτων. Αυτά περιλαμβάνουν επιταχυντές, επιβραδυντές, επεκτατικά, παράγοντες στάθμισης, πηκτές, αφρούς και πρόσθετα απώλειας ρευστών.

Επιταχυντές - Accelerators

Ο επιταχυντής είναι ένα χημικό πρόσθετο που χρησιμοποιείται για να επιταχύνει τον κανονικό ρυθμό αντίδρασης μεταξύ τσιμέντου και νερού που μειώνει τον χρόνο πάχυνσης του τσιμέντου, αυξάνει την πρόιμη αντοχή του τσιμέντου και εξοικονομεί χρόνο στην εξέδρα γεώτρησης. Οι πολλοί τσιμέντου που χρησιμοποιούνται απέναντι σε ρηχούς, χαμηλής θερμοκρασίας

σχηματισμούς, απαιτούν επιταχυντές για να μειώσουν τον χρόνο για την "ανάμονή της τσιμέντωσης". Οι περισσότεροι χειριστές περιμένουν να φτάσουν την ελάχιστη αντοχή συμπίεσης των 500 psi προτού ξαναρχίσουν τις εργασίες της γεώτρησης. Όταν χρησιμοποιούνται επιταχυντές, η αντοχή μπορεί να αναπτυχθεί σε 4 ώρες. Είναι καλή πρακτική να χρησιμοποιούνται επιταχυντές με βασικά τσιμέντα, επειδή σε θερμοκρασίες κάτω από 100°F, το καθαρό τσιμέντο μπορεί να απαιτήσει 1 ή 2 ημέρες για να αναπτύξει 500 psi αντοχή σε θλίψη.

Επιβραδυντές - Retarders

Πολλοί τσιμέντου ρυθμίζονται γρήγορα σε BHT [bottom hole temperature] μεγαλύτερη από 110°F. Ένας επιβραδυντής είναι ένα πρόσθετο που χρησιμοποιείται για την αύξηση του χρόνου πάχυνσης των τσιμέντων. Εκτός από την παράταση του χρόνου άντλησης τσιμέντων, οι περισσότεροι επιβραδυντές επηρεάζουν σε κάποιο βαθμό και το ιξώδες. Οι βασικοί παράγοντες για την χρήση επιβραδυντικών είναι η θερμοκρασία και το βάθος. Οι συνηθισμένοι επιβραδυντές είναι η τροποποιημένη κυτταρίνη, τα οργανικά οξέα, τα οργανικά υλικά και ο βόρακας.

Extenders

Τα Extenders χρησιμοποιούνται για τη μείωση της υδροστατικής πίεσης σε αδύναμους σχηματισμούς και για τη μείωση του κόστους των πολτών. Τα Extenders λειτουργούν επιτρέποντας την προσθήκη περισσότερου νερού στον πολτό για να ελαφρύνει το μείγμα και να μην διαχωριστούν τα στερεά. Αυτά τα πρόσθετα αλλάζουν τους χρόνους πάχυνσης, τις αντοχές σε θλίψη και την απώλεια νερού. Τα κοινά Extenders είναι η ιπτάμενη τέφρα, ο μπεντονίτης και η γη διατόμων.

Ποζολάνη

Η ποζολάνη είναι φυσικό ή τεχνητό πυριτικό υλικό που προστίθεται στο τσιμέντο portland για τη μείωση της πυκνότητας και του ιξώδους του πολτού. Το υλικό μπορεί να είναι είτε ηφαιστειακή τέφρα είτε άργιλος με πυρίτιο. Το διοξείδιο του πυριτίου συνδυάζεται με τον ελεύθερο ασβέστη σε ξηρό τσιμέντο, που σημαίνει ότι ένα διαλυτό συστατικό αφαιρείται από το τσιμέντο και το νέο τσιμέντο γίνεται πιο ανθεκτικό. Μπορεί να προέρχεται είτε από τη φύση (φυσικές ποζολάνες), είτε από τεχνητές πηγές (ιπτάμενη τέφρα).



Εικόνα 11

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΑΚΡΩΝ

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούμε στην τεχνολογία των κοπτικών άκρων τα οποία χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες.

3.1 Rolling Cutter Rock Bits

Το πρώτο κοπτικό άκρο με δύο κώνους σχεδιάστηκε και εισήχθη στις γεωτρήσεις πετρελαίου από τον Howard Hughes Sr. το 1909. Κατά τα επόμενα δεκαπέντε χρόνια χρησιμοποιήθηκε κυρίως σε γεωτρήσεις σε σκληρούς σχηματισμούς. Αυτό το κοπτικό άκρο είχε την τάση να «μπλοκάρει» σε μαλακούς σχίστες. Επανασχεδιάστηκε με δόντια τη δεκαετία του 1920 και στις αρχές της δεκαετίας του 1930 παρουσιάστηκαν τα τριγωνικά κοπτικά άκρα με κόπτες σχεδιασμένους τόσο για σκληρούς όσο και για μαλακούς σχηματισμούς.

Ο κύριος μηχανισμός διάτρησης των Rolling Cutter Rock Bits είναι η διείσδυση, πράγμα που σημαίνει ότι τα δόντια ωθούνται στο πέτρωμα από το βάρος στο κοπτικό [weight on bit], και το τρυπούν με την περιστροφική δράση. Γι' αυτό το λόγο, οι κώνοι και τα δόντια είναι κατασκευασμένα από ειδικά σκληρυμένο ατσάλι.

Στα κοπτικά με περιστρεφόμενους κώνους διακρίνονται τρία στοιχεία (elements of the roller cone bit):

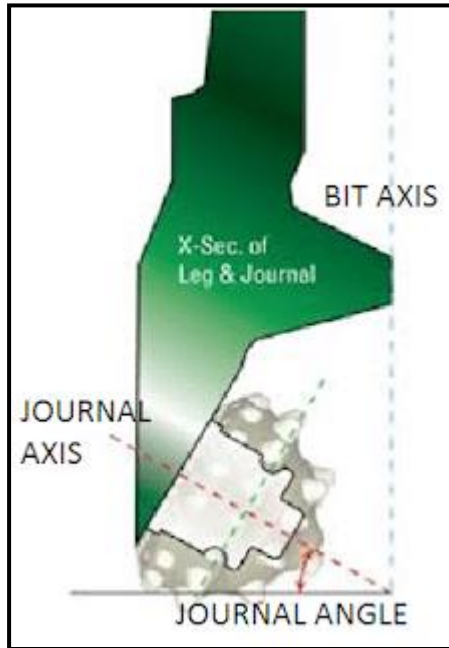
Οι κώνοι (οι οποίοι μπορεί να είναι ένας, δύο, τρεις ή ακόμη και τέσσερις, με την πλέον συνήθη μορφή να είναι αυτή με τους τρεις κώνους),

Οι κώνοι εδράζουν πάνω στα ονομαζόμενα bearings (ρουλεμάν) τα οποία λειτουργούν πάνω σε ένα τριβέα ο οποίος αποτελεί μέρος του σκέλους (leg) του κοπτικού άκρου και το κύριο σώμα του κοπτικού (body of the bit). Κάθε κώνος έχει ομόκεντρες σειρές κοπτήρων ή οδόντων (bit teeth) που αλληλοεμπλέκονται με τους οδόντες του γειτονικού κώνου. Οι οδόντες, είτε είναι ενσωματωμένοι πάνω στον κώνο και είναι κατασκευασμένοι από χάλυβα

(steel tooth bit), είτε είναι ένθετοι, από καρβίδιο του βολφραμίου (tungsten carbide insert bit).

3.2 Στροφέας Άξονα - Angle

Ένα από τα βασικά στοιχεία του σχεδιασμού των κοπτικών άκρων είναι η γωνιακή γωνία. Αν και αυτή η γωνία μπορεί να ποικίλλει από τον ένα τύπο bit στον άλλο, σε κάθε bit οι τρεις γωνίες είναι πάντοτε οι ίδιες.



[From: https://www.drillingmanual.com/2017/11/journal-angle-drill-bit-cone-offset.html#What_Is_The_Definition_Of_Drill_Bit_Journal_Pin]

Η γωνία στροφέα άξονα [journal angle] είναι η γωνία σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο. Αυτή η συναρμολόγηση κινεί τα στοιχεία κοπής (κώνους). Επίσης, ελέγχει το προφίλ κοπής ή το μοτίβο που τρυπά και επηρεάζει το μέγεθος της δράσης κοπής στο κάτω μέρος της τρύπας.

Οι γωνίες [journal angles] είναι διαφορετικές για κάθε τύπο σχηματισμού και χωρίζονται σε 3 κατηγορίες:

- Μαλακοί σχηματισμοί: journal angle (33°), που επιτρέπει ένα προφίλ κοπής που τονίζει την δράση του κόπτη και επιτρέπει μεγαλύτερο βάθος διείσδυσης των οδόντων.
- Μεσαίοι σχηματισμοί: journal angle (34° έως 36°), για μείωση της δράσης κοπής.
- Σκληροί σχηματισμοί: Χρησιμοποιεί μια μεγάλη journal angle (39°), για να ελαχιστοποιήσει την δράση του κόπτη.

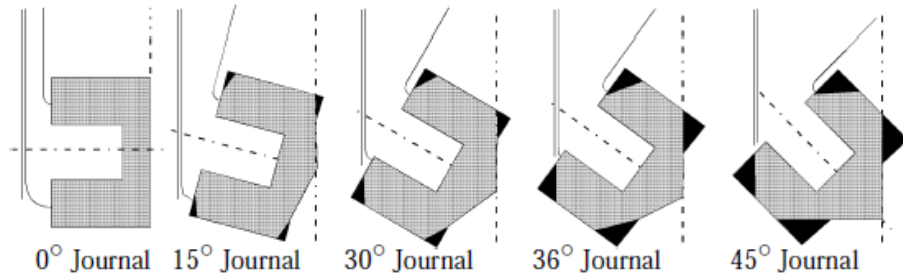


Figure 3-1: Journal Angles in Roller Cone Bits

Σχήμα 20.

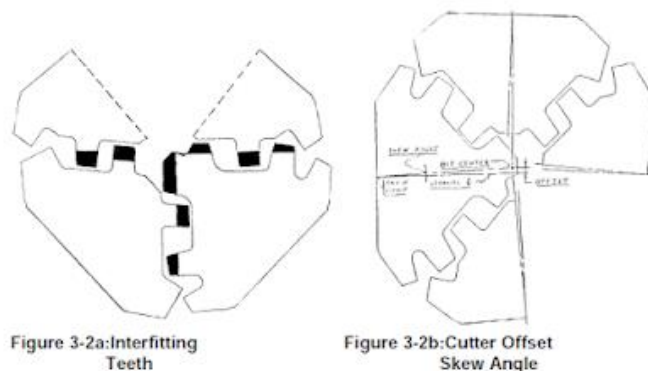
3.3 Διασύνδεση δοντιών και κώνου

Ο τρόπος σύνδεσης των δοντιών καθιστά δυνατή την ύπαρξη μεγάλων τμημάτων και επιτρέπει στην εσωτερική σειρά δοντιών να κόβει νέο σχηματισμό σε κάθε περιστροφή. Η σύνδεση προσφέρει επίσης κάποιο βαθμό αυτοκαθαρισμού. Αποτέλεσμα αυτής της σύνδεσης είναι ότι καθένας από τους τρεις κώνους είναι διαφορετικός.

Η μετατόπιση κώνου προκαλείται από την κεντρική γραμμή του στροφέα άξονα που δεν τέμνει την κεντρική γραμμή του bit (ή το κέντρο περιστροφής του bit). Η απόσταση που η κεντρική γραμμή του στροφέα άξονα χάνει την κεντρική γραμμή του bit είναι η μετατόπιση.

Το σημείο κλίσης είναι ένα αυθαίρετο κατά μήκος της κεντρικής γραμμής του στροφέα άξονα και είναι η γωνία που σχηματίζεται από το όφσετ, την κεντρική γραμμή του και μια γραμμή από το κέντρο του κοπτικού προς το σημείο κλίσης.

Η κατεύθυνση της κλίσης είναι πάντα θετική ή βρίσκεται προς την κατεύθυνση της περιστροφής.



Σχήμα 21.

3.4 Συστήματα κυκλοφορίας

Τα πρώτα υδραυλικά χαρακτηριστικά ενσωματωμένα σε διαδικασία διάτρησης, σηματοδοτούνται από την έναρξη της χρήσης κοίλων σωλήνων διάτρησης με άμεση κυκλοφορία του πολφού της γεώτρησης. Καθώς άρχισαν να γίνονται δημοφιλή τα κοπτικά τύπου **fishtail** [a drag bit with no moving parts, rotated like a conventional metal drilling bit], ξεκίνησε για πρώτη φορά και η ένταξη στη γεώτρηση ενός συστήματος κυκλοφορίας λάσπης. Τα πρώτα κοπτικά άκρα του 1909 εισήγαγαν ένα κεντρικό σύστημα 'πορείας' του πολφού [λάσπης] που κατευθύνει τα ρευστά προς τους κόφτες.

Το 1942 εισήχθησαν στη βιομηχανία πετρελαίου τα κοπτικά με ακροφύσια jet. Η ιδέα του "jet bit" θεωρείται μια σημαντική βελτίωση του υδραυλικού σχεδιασμού στα τρυπάνια και παραμένει μια προηγμένη τεχνολογία.

Περαιτέρω βελτιώσεις στα συστήματα κυκλοφορίας, περιλαμβάνουν τα PDC bits με επτά έως δώδεκα ακροφύσια, καθώς και τις διάφορες κατηγορίες αδαμαντοκοπτικών.

3.5 Jet Bits

Στα Jet Bits ο πολφός της διάτρησης διέρχεται από τις οπές του κοπτικού με υψηλές ταχύτητες και με ελάχιστες απώλειες πίεσης, μέσω των ακροφυσίων εκτόξευσης [jet nozzles] και στη συνέχεια στον πυθμένα της γεώτρησης όπου παρασύρει τα θρύμματα [cuttings] μακριά από την οπή, οδηγώντας τα στην επιφάνεια. Η περίσσεια πολφού που προσκρούει στον πυθμένα της γεώτρησης ρέει προς τα πάνω και γύρω από το κοπτικό για τον καθαρισμό της οπής.

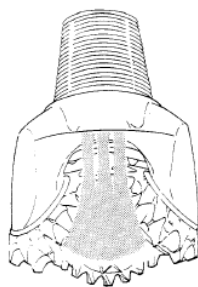


Figure 3-3a: Regular Circulation

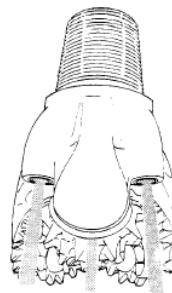


Figure 3-3b: Jet Nozzle Circulation

Σχήμα 22.

3.6 Vertical direct circulation air or natural gas rotary drilling operations

Ένας άλλος τύπος μέσου κυκλοφορίας είναι πεπιεσμένος αέρας ή φυσικό αέριο. Τα κοπτικά που κατασκευάζονται για κυκλοφορία αέρα ή φυσικού αερίου έχουν ειδικές διόδους από την οπή του κοπτικού προς τα ρουλεμάν, μέσω των οποίων ένα τμήμα του αέρα ή του φυσικού αερίου εκτρέπεται για να τα διατηρεί δροσερά και καθαρισμένα από σκόνη ή θρύμματα.

3.7 Ακροφύσια

Υπάρχουν ουσιαστικά τρεις τύποι ακροφυσίων [jet] που χρησιμοποιούνται στα τρικωνικά κοπτικά άκρα. Τα Shrouded nozzle jets παρέχουν τη μέγιστη προστασία από τη διάβρωση του δακτυλίου συγκράτησης, από τις αναταράξεις της ροής του πολφού ή τις παρατεταμένες περιόδους όρυξης της γεώτρησης. Τα Standard jet nozzles είναι πιο εύκολα στην εγκατάσταση και συνιστώνται για καταστάσεις όπου η διάβρωση δεν είναι πρόβλημα. Τα Air jet nozzles χρησιμοποιούνται σε κοπτικά που προορίζονται για διάτρηση με αέρα ή αέριο.

Τα μεγέθη των ακροφυσίων παίζουν σημαντικό ρόλο στην υδραυλική συμπεριφορά του κοπτικού [bit hydraulics]. Τα οφέλη της σωστής επιλογής περιλαμβάνουν τον αποτελεσματικό καθαρισμό της οπής και την αποτελεσματική αφαίρεση των θρυμμάτων, ταχύτερους ρυθμούς διείδυσης και συνεπώς χαμηλότερο κόστος γεώτρησης.

Τα μεγέθη αναφέρονται σε βήματα 1/32 ιντσών, με το πιο συνηθισμένο μέγεθος να είναι αυτό μεταξύ 10/32 και 14/32. Τα Directional bit jets διατίθενται σε μεγέθη από 18/32 έως 28/32.



Εικόνα 12

3.8 Δομές κοπής – Cutting Structures

Το 1909, όταν εισήχθησαν για πρώτη φορά τα κοπτικά άκρα με κώνους [roller cone bits], ουσιαστικά αντικατέστησαν τα κοπτικά τύπου **fishtail** [a **drag bit**] με δομή κοπής τύπου περιστρεφόμενων κώνων με ατσάλινους οδόντες. Αυτοί οι οδόντες έχουν έκτοτε υποστεί πάρα πολλές αλλαγές στο ύψος, τον αριθμό των οδόντων ανά κώνο και το πάχος, με σκοπό να προσαρμοστούν καλύτερα τους διάφορους τύπους σχηματισμών.

Όταν οι σκληρότεροι σχηματισμοί είχαν την τάση να “τρώνε” τα χαλύβδινα δόντια, χρειαζόταν μια διαφορετική δομή κοπής και το 1949 χρησιμοποιήθηκε το πρώτο βελτιωμένο κοπτικό για τις νέες συνθήκες. Αυτό παρουσιάστηκε από την Hughes Tool Company και το παρατσούκλι "The Chert Bit", αύξησε

τις ώρες γεώτρησης, από 5 έως 30 ώρες. Πολλά από τα νέα χαρακτηριστικά σχεδίασης ενσωματώθηκαν στα νέα κοπτικά.

Steel Tooth Cutting Structures

Υπάρχουν τρία βασικά χαρακτηριστικά σχεδίασης που ενσωματώνονται στις δομές κοπής των χαλύβδινων οδόντων. Αυτά είναι η απόσταση των οδόντων, η σκληρή όψη του οδόντα και η γωνία του οδόντα. Χρησιμοποιώντας παραλλαγές αυτών των παραμέτρων, τα κοπτικά χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες ανά τύπο γεωλογικού σχηματισμού.



Εικόνα 13

- **Soft Formation Cutting Structures**

Τα δόντια σε αυτόν τον τύπο κοπτικού είναι λίγα σε αριθμό, έχουν μεγάλη απόσταση και τοποθετούνται σε μεγάλες σειρές. Είναι λεπτά, με μικρές γωνίες δοντιών (39° to 42°) και είναι επενδεδυμένα με σκληρό μέταλλο.

- **Medium Formation Cutting Structures**

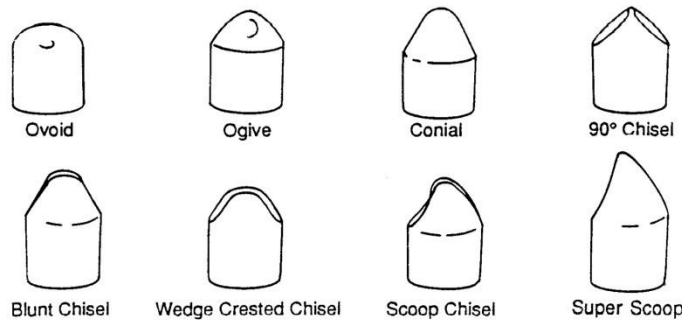
Τα δόντια σε τέτοιου τύπου κοπτικά είναι πολυάριθμα, σε μέτρια απόσταση και βάθος. Τα δόντια είναι σκληρά με tooth angles 43° μέχρι 46° και αποτελούν μια μέση κατάσταση μεταξύ σκληρών και μαλακών κοπτικών. Οι εσωτερικές σειρές είναι ιδιαίτερα σκληρές.

- **Hard Formation Cutting Structures**

Τα δόντια σε αυτόν τον τύπο κοπτικού είναι πάρα πολλά, ενώ το σχήμα τους είναι κοντό και αμβλύ. Υπάρχουν πολλές στενές σειρές με γωνίες δοντιών από 46° έως 50° . Οι εσωτερικές σειρές δεν έχουν σκληρή επικάλυψη.

Δομές κοπής καρβιδίου βολφραμίου – Tungsten Carbide Cutting Structures

Δεδομένου ότι τα περισσότερα από τα βασικά χαρακτηριστικά σχεδιασμού των δομών κοπής των οδόντων έχουν ενσωματωθεί στα κοπτικά άκρα, οι κύριες παραλλαγές είναι:



Σχήμα 23.

Πολλοί μηχανικοί γεωτρήσεων πίστευαν ότι τα δόντια σε σχήμα σμίλης [chisel shaped teeth] επηρέαζαν σημαντικά το ρυθμό διείδυσης των τρυπανιών σε όλους τους σχηματισμούς. Αυτό οφειλόταν στο γεγονός ότι οι παλιές πρακτικές όρυξης μιας γεώτρησης χρησιμοποιούσαν μικρό βάρος στο κοπτικό, με αποτέλεσμα τα σχετικά κοφτερά δόντια σχήματος σμίλης να έχουν υψηλότερη διείδυση στον σχηματισμό, και γι' αυτόν τον λόγο αυξανόταν και η ταχύτητα του ρυθμού διάτρησης. Όταν όμως χρησιμοποιείται μεγαλύτερο βάρος στο κοπτικό, υπάρχει η τάση να εξουδετερωθεί το πλεονέκτημα του σχήματος σμίλης. Στην πραγματικότητα, τα περισσότερα κοπτικά διανοίγουν το 75% της οπής στη λεγόμενη **dull condition** η οποία – κατά κάποιον τρόπο εκφράζει **το ρυθμό φθοράς** των οδόντων –, από 1/2 έως 3/4 [The IADC, in conjunction with SPE, has established a systematic method for communication of bit failures. The intent of the system is to facilitate and accelerate product and operational development based on accurate recording of bit experiences. This system is called dull grading. The IADC **Dull Grading Protocol** evaluates eight roller-cone or seven PDC bit areas, provides a mechanism for systematically evaluating the reasons for removal of a bit from service, and establishes a uniform method for reporting]. Συμπερασματικά, φαίνεται πως οι οδόντες με 'αμβλύ - blunt' σχήμα τρυπούν πολύ αποτελεσματικά. Σήμερα, τα περισσότερα δόντια έχουν αυτό το αμβλύ κωνικό σχήμα.

Gauge Protection

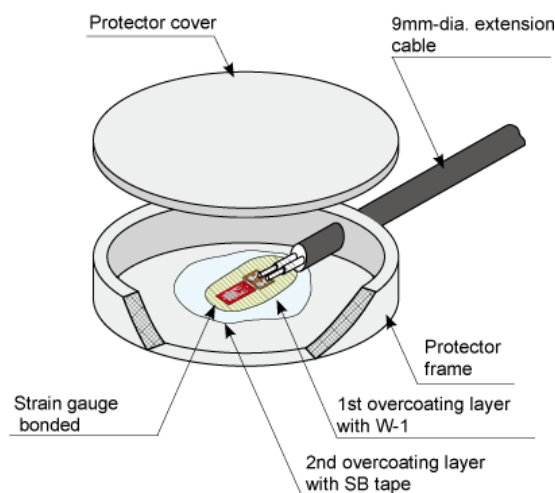
"Protection of the gauge surface is vital to the effectiveness of any bit. The gauge surfaces constantly ream the hole, and thus are subject to continuous abrasive wear". Η εφαρμογή καρβιδίου βολφραμίου σε μια χαλύβδινη μήτρα μέσω διαδικασίας συγκόλλησης που ονομάζεται "hardfacing", παρέχει την καλύτερη αντίσταση σε αυτόν τον τύπο φθοράς. Το "gauge protection"

βελτιώνεται όσο αυξάνεται το μέγεθος της επιφάνειας η οποία έχει σκληρή επικάλυψη.

Η διαμόρφωση των gauge teeth καθορίζει τη διαθέσιμη επιφάνεια. Τα δόντια τύπου «Α» χρησιμοποιούνται για κοπτικά για μαλακούς σχηματισμούς, με αποτέλεσμα την ελάχιστη προστασία του gauge protection για διάτρηση μέσης σκληρότητας σχηματισμών. Τα δόντια τύπου "T" παρέχουν τη μεγαλύτερη επιφάνεια και χρησιμοποιούνται σε κοπτικά για πολύ σκληρούς τύπους σχηματισμού.

Για εργασίες σε πολύ σκληρούς σχηματισμούς, ένα επίπεδο ένθετο καρβίδιο βολφραμίου 'πιέζεται' στην επιφάνεια του gauge για επιπλέον προστασία.

Το "gauge protection" ορίζεται στα κοπτικά με κώνους με την προσθήκη «G» στον κωδικό IADC.



Σχήμα 24.

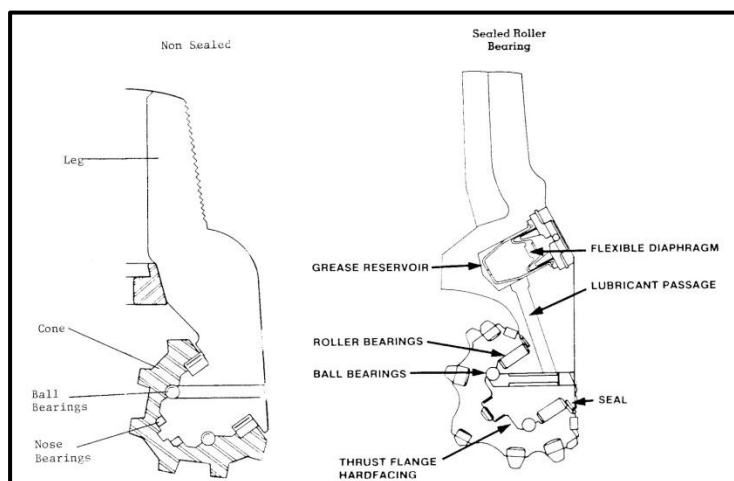
Bearing Systems

Ο πρώτος τύπος bearing system που χρησιμοποιήθηκε στα κοπτικά άκρα με κώνους [roller cone bits] ήταν μια μη 'σφραγισμένη' διάταξη κυλίνδρων. Το κύριο φορτίο ασκήθηκε σε αυτούς τους κυλίνδρους και χρησιμοποιήθηκε υγρό διάτρησης για τη λίπανση. Το μέγεθος του μεγιστοποιήθηκε, ενώ οι επιφάνειες του επεξεργάστηκαν ώστε να εξασφαλίσουν αξιόπιστη συντήρηση. Αυτός ο τύπος κοπτικών είναι επίσης διαθέσιμος με τροποποιήσεις για κυκλοφορία αέρα και για χρήση σε κρουστικά γεωτρήματα.

Η επόμενη γενιά bearing system ήταν ένα κλειστό σύστημα με ενσωματωμένη ποσότητα γράσου για λίπανση αυτών. Το σύστημα αποτελείται από:

- a roller-ball-friction ή τα roller-ball-roller bearings (ρουλεμάν),

- το καπάκι [seal], το οποίο συγκρατεί το λιπαντικό και αποτρέπει την είσοδο του διατρητικού ρευστού με τα σκληρά θρύμματα από το να εισέλθουν στους κενούς χώρους των bearings (ρουλεμάν),
- το shirttail το οποίο σχεδιάστηκε και ενισχύθηκε ώστε να παρέχει προστασία στο seal,
- το λιπαντικό [lubricant], ελαστο-δυναμικού τύπου, εξασφαλίζει την ελάχιστη τριβή και φθορά,
- η δεξαμενή [reservoir], εντός της οποίας αποθηκεύεται το λιπαντικό και από την οποία εξασφαλίζεται η τροφοδοσία σε λιπαντικό,
- το αεριζόμενο πώμα [vented breather plug], το οποίο μεταφέρει την προς τα κάτω πίεση του ρευστού ενάντια στο γεμάτο λιπαντικό εύκαμπτο διάφραγμα ώστε να εξισώσει τις πιέσεις που περιβάλλουν το bearing seal.



Σχήμα 25.

Υπάρχει ωστόσο ένα σοβαρό μειονέκτημα στο σύστημα roller-ball-roller bearing system. Η πρωταρχική αιτία της αστοχίας των rollers είναι το ενδεχόμενο θρυμματισμού κατά μήκος του άξονα, που προκαλεί καταστροφή στους κώνους και επιφέρει την απενεργοποίησή τους.

Για να διορθωθεί αυτό, *“instead of the standard roller bearing assembly, the “journal bearing” system utilizes solid metal bushings for direct cone to journal contact. This offers a distinct mechanical advantage over roller arrangements in that it presents a larger contact area at the load bearing point. This distribution of the load eliminated the chief cause of roller bearing assembly failure - spalling in the load portion of the bearing face. Journal bearing systems in the tungsten carbide insert bits features a metal bearing surface combined with a hardfaced journal and a lubricant. Specialized seals and reliable pressure equalization systems keeps the drilling fluid and formation contaminants out of bearings (ρουλεμάν), and positively seals the graphite-based lubricant inside the bearing. Precision fit of the journal and*

cone distributes contact loading evenly throughout a near-perfect arc. Bearing surfaces are finished to a carefully controlled surface texture to ensure optimum lubrication. The manufacturing of the journal bearing system consists of having the journals either milled, grooved or pressed (depending on the bit company) to accommodate the bushing. Then the bushings are inlaid on the journal. Once the cone is fitted with teeth and gauge protection, the journal is then machine-pressed into the cone. To complete the seal between the cone and the journal, special rings (seals) have been developed".

[From: <https://www.rigworker.com/engineering-4/bearing-systems.html>]

Seals

Η πρώτη και η πλέον δημοφιλής σφράγιση είναι η ακτινική σφράγιση. Πρόκειται για ένα κυκλικό χαλύβδινο ελατήριο που περικλείεται από καουτσούκ, το οποίο σφραγίζει στην όψη του στελέχους και στην όψη του κώνου. Η νεώτερη στεγανοποίηση δακτυλίου τύπου "Ο" θεωρείται η πιο αποτελεσματική σφραγίδα. Το κύριο πρόβλημα που αντιμετωπίζει ο δακτύλιος "Ο" είναι η ανοχή, η οποία πρέπει να είναι ακριβής για να υπάρξει αποτελεσματική στεγανοποίηση.

Η κατανόηση των λιπαντικών και των συστημάτων λίπανσης είναι απαραίτητη για επιτυχείς εργασίες γεώτρησης. Τα συστήματα λίπανσης είναι ουσιαστικά τα ίδια και αποτελούνται από έναν εξωτερικό ισοσταθμιστή, που βρίσκεται κάτω από κοπτικό ή στο πίσω μέρος των στελεχών, μια δεξαμενή γράσου με ένα διάφραγμα για τη διανομή του γράσου και ένα σύστημα διανομής. Επιπλέον, υπάρχει μια βαλβίδα εκτόνωσης της πίεσης για την απελευθέρωση τυχόν παγιδευμένης πίεσης, η οποία διαφορετικά θα μπορούσε να σπάσει τα στεγανοποιητικά [seals].

Οι υψηλές πιέσεις μπορεί να είναι επιζήμιες για αυτά τα συστήματα σφράγισης. Καθώς αυξάνεται η πίεση και η θερμοκρασία, αυξάνεται και το ιξώδες του λιπαντικού. Ως αποτέλεσμα, το σύστημα δεν μπορεί να αντισταθμίσει στιγμιαία τις απότομες μεταβολές της πίεσης λόγω υπερτάσεων (είσοδος στην τρύπα, πραγματοποίηση συνδέσεων κ.λπ.) και μικρές ποσότητες λάσπης εισβάλλουν στο σύστημα. Με την στενή ανοχή που απαιτείται για αποτελεσματική στεγανοποίηση, τα στερεά της λάσπης μπορεί να είναι επιβλαβή.

Ο επαρκής καθαρισμός είναι ακόμη πιο σημαντικός. Εάν τα θρύμματα γύρω από το shirttail δημιουργήσουν συσσωμάτωμα, ενδέχεται να προκληθεί ζημιά στη σφράγιση και πρόωρη αστοχία. Ιδιαίτερα σημαντική είναι και η προστασία του Gauge [Gauge protection] για την στεγανοποίηση και τη διάρκεια ζωής και αυτό επειδή μπορεί να προκληθεί ζημιά στην στεγανοποίηση λόγω φθοράς του shirttail που προκαλείται από την ανεπαρκή

προστασία του Gauge. Τα στεγανοποιητικά και το shirttail πρέπει να ελέγχονται προσεκτικά για υπερβολική φθορά ή αυλάκωση.

Για να ολοκληρωθεί η σύνδεση journal-cone, απαιτείται σφράγιση ώστε να διατηρείται έξω το ρευστό της γεώτρησης, επιτρέποντας ταυτόχρονα το λιπαντικό γραφίτη να βρίσκεται μέσα προκειμένου να αποτρέπει την υπερθέρμανση των bearings (ρουλεμάν).



Εικόνα 14

Απαιτήσεις υλικού

Το κοπτικό άκρο πρέπει να είναι σκληρότερο από τον σχηματισμό/πέτρωμα που πρόκειται να τρυπήσει. Η μέτρηση του σκληρού χάλυβα γίνεται βάσει της κλίμακας δοκιμής σκληρότητας "Rockwell" (**Rc**). Ο ελεγκτής χρησιμοποιεί μια μικρή πυραμίδα από διαμάντια με φορτίο 150 κιλών, η οποία όσο πιο βαθιά εισέρχεται στο ατσάλι, τόσο αυτό είναι πιο μαλακό.

Ο βαθμός σκληρότητας του χάλυβα καθορίζεται από την περιεκτικότητα σε άνθρακα. Όσο υψηλότερο είναι το ποσοστό άνθρακα (έως 0,7%), τόσο πιο σκληρός είναι ο χάλυβας. Με σωστή θερμική επεξεργασία, μπορεί να παραχθεί χάλυβας μέχρι περίπου **65 Rc**. Τα κράματα βελτιώνουν το δυναμικό σκλήρυνσης σε παχιά τμήματα και αναγκάζουν τον χάλυβα να έχει πιο ομοιόμορφη απόκριση στη θερμική επεξεργασία. Ο χάλυβας πρέπει επίσης να είναι όλκιμος (αντοχή στη διάδοση ρωγμών). Αυτή η όλκιμότητα ή η «σκληρότητα» των μετάλλων σχετίζεται αντιστρόφως με την σκληρότητα (όσο πιο σκληρό είναι ένα μέταλλο, τόσο λιγότερο όλκιμο. Όσο πιο μαλακός είναι ο χάλυβας, τόσο πιο όλκιμος). Τα κράματα βελτιώνουν την όλκιμότητα του χάλυβα, την ανθεκτικότητα, και την αντίσταση στην αστοχία από τα φορτία κρούσης.

3.9 Θερμική επεξεργασία

Οι επιθυμητές μεταλλουργικές ιδιότητες και φυσικές αντοχές αναπτύσσονται μέσω θερμικής επεξεργασίας. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η αντοχή βελτιώνεται αυξάνοντας την περιεκτικότητα σε άνθρακα στην επιφάνεια με ανθρακιοποίηση, κοινώς γνωστή ως «σκλήρυνση του περιβλήματος». Αυτό είναι απαραίτητο για τα δόντια, και για την αντοχή στην φθορά στις επιφάνειες των bearings (ρουλεμάν). Η ανθεκτικότητα (αντοχή σε κρούση και διάδοση ρωγμών) επιτυγχάνεται αφήνοντας αμετάβλητο το εσωτερικό μέρος ή τον «πυρήνα του χάλυβα».

Οι συνολικές φυσικές ιδιότητες που απαιτούνται (αντοχή) επιτυγχάνονται με θέρμανση των εξαρτημάτων σε υψηλή θερμοκρασία και στη συνέχεια σβήσιμο με πετρέλαιο. Η μέγιστη σκληρότητα επιφάνειας του ανθρακούχου τμήματος παίρνει περίπου 60 - 64 Rc. Η σκληρότητα του πυρήνα θα είναι περίπου 25 - 40 Rc, παραμένοντας σκληρή και όλκιμη.



Εικόνα 15

3.10 Διαμάντια

Polycrystalline Diamond Compact Bits

Στις πρώτες μέρες των γεωτρήσεων πετρελαίου, τα κομμάτια fishtail / drag χρησιμοποιήθηκαν εκτενώς σε όλες τις πετρελαιοπηγές. Γύρω στο 1909, διαπιστώθηκε ότι τα κοπτικά τύπου drag bits δεν θα τρυπούν πολλούς από τους σχηματισμούς όπου φιλοξενούνταν βαθιά κοιτάσματα πετρελαίου και φυσικού αερίου, και τελικά αντικαταστάθηκαν από τα roller cone bits..

Η General Electric, αναγνωρίζοντας ότι τα drag bits είχαν πλεονεκτήματα (κυρίως η απουσία κινούμενων μερών και η αποτελεσματικότητα της κοπής διατμήσεων), ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του '70 τη δοκιμή νέων δομών κοπής για αυτά τα drag bits. Από την εισαγωγή τους στις πετρελαιοπηγές το 1976, τα Polycrystalline Diamond Compact Bits (PDC) κατέστησαν το drag bit ανταγωνιστικό μαζί με τα συμβατικά roller cone and diamond bits.

Τα PDC

Αυτά τα drill blanks αποτελούνται από ένα στρώμα από συνθετικό πολυκρυσταλλικό διαμάντι, συνδεδεμένο με ένα στρώμα καρβιδίου του βολφραμίου, χρησιμοποιώντας μια τεχνική συγκόλλησης υψηλής θερμοκρασίας και υψηλής πίεσης. Το τεμάχια [blanks] που προκύπτουν έχουν την σκληρότητα και την αντοχή στη φθορά του διαμαντιού που συμπληρώνεται από την αντοχή και την αντοχή στην πρόσκρουση του καρβιδίου βολφραμίου.

Τα PDC αυτοακονίζονται, και επειδή είναι πολυκρυσταλλικά, δεν έχουν εγγενώς αδύναμα επίπεδα διάσπασης. Αυτά, μπορούν να οδηγήσουν σε τεράστια σπασίματα όπως στα μεγάλα διαμάντια ενός κρυστάλλου.

Τα blanks στη συνέχεια συνδέονται με σφήνες από καρβίδια του βολφραμίου, τα οποία στη συνέχεια στερεώνονται σε τρύπες πάνω στο χάλυβα ή στην κεφαλή της μήτρας. Οι κόπτες είναι τοποθετημένοι σε ελικοειδές μοτίβο στην επιφάνεια του κοπτικού, ώστε να έχουν αρνητική κλίση, ίση κατανομή βάρους, και την απαιτούμενη δράση διάτμησης. Το αποτέλεσμα είναι ο βέλτιστος ρυθμός διείσδυσης.

Το σώμα του bit σφυρηλατείται από τον ίδιο χάλυβα υψηλής αντοχής που χρησιμοποιείται στους κώνους και στη συνέχεια το μέτωπο επικαλύπτεται με ένα στρώμα καρβιδίου του βολφραμίου, για να αντισταθεί στη διάβρωση του υγρού.



Εικόνα 16

Σχεδίαση bit

Τα PDC διαθέτουν κεφαλή χάλυβα ή μήτρας, η οποία πλεονεκτεί επειδή ακριβώς δεν υπάρχουν bearings (ρουλεμάν) για φθορά ή σπασμένοι κώνοι που πρέπει να αλιεύονται έξω από την τρύπα. Το κοπτικό έχει ένα μακρύ μανόμετρο για να διατηρεί την gauge. Υπάρχει επίσης σταθεροποίηση στον μετρητή bit.

Η όψη του κοπτικού είναι κοίλη, επιτρέποντας σε αρκετούς gauge and nose cutters να 'επιτίθενται' ταυτόχρονα στο πέτρωμα, αυξάνοντας την σταθεροποίηση και μειώνοντας παράλληλα τη δυνατότητα απόκλισης.

Τα ακροφύσια [Jet nozzles] ποικίλλουν σε μέγεθος και αριθμό, είναι αντικαθιστάμενα και βρίσκονται σε 'στρατηγική' θέση για μέγιστη καθαριστική δράση των κοπτών και του κάτω μέρους της τρύπας.

Οι κόπτες είναι διατεταγμένοι σε ένα από τα τρία σχέδια:

- an open face, helical pattern on the face of the bit,
- a ribbed pattern, with the cutters on ribs less than one-inch above the bit face,
- a bladed pattern, with the cutters on blades, more than one-inch from the bit face.

Και οι τρεις τύποι παρέχουν πλήρη κάλυψη κοπής για ένα σύνηθες μοτίβο πυθμένα. Ένα μοτίβο πυθμένα, γνωστό ως **kerfing**, χρησιμοποιεί έναν συνδυασμό γωνιωδών και στρογγυλών κοπτών με σκοπό να ενισχύσει την δράση απόξεσης και διάτμησης του πετρώματος. Χωρίς κινούμενα μέρη, το κοπτικό φθείρει συνεχώς το πέτρωμα αντί να χαράζει ή να συνθλίβει.

Λειτουργικές παράμετροι των PDC

Τα PDC δεν έχουν το πλεονέκτημα της δράσης αυτοκαθαρισμού του πολφού μεταξύ των σειρών των δοντιών, όπως συμβαίνει στα roller cone bits, οπότε πρέπει να βασίζονται στην υδραυλική δράση του κοπτικού για να ξεπλύνουν τα θρύμματα κάτω από αυτό με σκοπό να αποτρέψουν τη συσσωμάτωση των θρυμμάτων και τη δημιουργία σφαιριδίων. Αυτό επιτυγχάνεται με 'στρατηγικά' τοποθετημένα συγκλίνοντα-αποκλίνοντα ακροφύσια που μεγιστοποιούν τον καθαρισμό ενώ ελαχιστοποιούν τη διάβρωση του σώματος κοντά στην περιοχή των ακροφυσίων. Η βέλτιστη υδραυλική εμβέλεια κυμαίνεται μεταξύ 2,0 και 4,0 υδραυλικής ιπποδύναμης ανά τετραγωνική ίντσα. Τα αντικαθιστώμενα ακροφύσια διατίθενται σε τυπικά μεγέθη από 8/32 έως 14/32.

Η διάρκεια ζωής των bit ελέγχεται από την cutting structure. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, τα PDC παρέχουν μια αντοχή στην φθορά των διαμαντιών. Αυτός ο συνδυασμός είναι πολύ αποτελεσματικός σε μαλακούς έως μεσαίους σχηματισμούς όπως σχιστόλιθους, ασβεστόλιθους, αργίλους, άλατα και ανυδρίτες. Αυτοί οι σχηματισμοί έχουν τρυπηθεί με άριστους ρυθμούς διείσδυσης με βάρη μεταξύ 1000 και 2500 λίβρες ανά ίντσα διαμέτρου του κοπτικού και ταχύτητες περιστροφής 85 έως 140 rpm. Καλή οικονομική απόδοση επιτεύχθηκε επίσης με περιστροφικές ταχύτητες 750rpm και βάρη 1000 λίβρες ανά ίντσα χρησιμοποιώντας κινητήρες downhole.

Οι υψηλές ταχύτητες περιστροφής παρέχουν μεγαλύτερες ταχύτητες διάτρησης και μειώνουν τις πιθανότητες απόκλισης. Η βέλτιστη ταχύτητα

περιστροφής ποικίλλει ανάλογα με την σκληρότητα του σχηματισμού. Ένας μαλακός, πλαστικός σχηματισμός θα απαιτούσε υψηλότερες rpm, και ένας σκληρός σχηματισμός, χαμηλότερες rpm. Οι περισσότερες εφαρμογές απαιτούν περιστροφικές ταχύτητες μικρότερες από 120 rpm.

Μικρότερο βάρος στο κοπτικό σημαίνει χαμηλότερη πίεση στη διατρητική στήλη, με αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη διάρκεια ζωής της. Επίσης, στις κατευθυνόμενες γεωτρήσεις υπάρχει λιγότερη αντίσταση επειδή απαιτούνται λιγότερα αντίβαρα.

Αυτά τα κοπτικά έχουν κάνει οικονομικές 'διαδρομές' τόσο με λάσπη πετρελαίου όσο και με λάσπη νερού. Οι λάσπες πετρελαίου και η προσθήκη λιπαντικών στις λάσπες νερού θα ενισχύσουν την απόδοση των PDC σε σχηματισμούς που τείνουν να είναι κάπως πλαστικοί και κολλώδεις.

Οι σχηματισμοί που πρέπει να αποφεύγονται να διατρηθούν με PDC bits είναι μαλακοί κολλώδεις σχίστες και άργιλοι, άμμοι και εκείνοι οι σχηματισμοί που είναι πολύ σκληροί. Σε κολλώδεις σχηματισμούς, τα PDC εμφανίζουν διόγκωση στη διάτρηση, ενώ σε τραχείς ή σκληρούς σχηματισμούς παρουσιάζουν γρήγορη φθορά και η θραύση τους εμφανίζονται επίσης πολύ γρήγορα. Τα PDC δεν μπορούν να τρυπήσουν τόσο ευρύ φάσμα σχηματισμών όσο τα roller cone bits, αλλά έχουν αποδειχθεί ότι είναι ανταγωνιστικά με τα αδαμαντοφόρα κοπτικά [diamond bits]. Έτσι, πρέπει να υπάρχει προσοχή κατά την επιλογή του κοπτικού για τις διάφορες εφαρμογές. Όταν λειτουργούν σωστά, τα περισσότερα PDC μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περισσότερες από μία γεωτρήσεις.

Τα PDC κοστίζουν μεταξύ 10.000 έως 25.000 \$ και η εξοικονόμηση μετράται σε όρους εξοικονόμησης χρόνου διάτρησης, μεγαλύτερης διάρκειας ζωής, βελτιωμένων ποσοστών διείσδυσης και λιγότερων ωρών εργασίας για τη γεώτρηση.

Παράμετροι διάτρησης των PDC

Παρόλο που τα PDC έχουν αναγνωριστεί ως ένα βιώσιμο εργαλείο για βελτιωμένη διάτρηση, πρέπει να τηρούνται ορισμένες προφυλάξεις και παράμετροι διάτρησης ώστε το κοπτικό αυτού του τύπου να λειτουργεί όσο το δυνατόν με μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και πιο οικονομικά. Κάποια από αυτά είναι:

- Όταν αφαιρεθεί το προηγούμενο κοπτικό, θα πρέπει να ελεγχθεί για τυχόν ζημιά. Εάν υπάρχουν 'απορρίμματα' στην τρύπα, θα πρέπει αυτή να καθαριστεί πριν τοποθετηθεί ένα bit PDC,
- Το PDC bit είναι ένα ενιαίο, συμπαγές κοπτικό που δεν έχει την 'ευελιξία' των κώνων. Πρέπει να αφαιρείται προσεκτικά από τη

συσκευασία του ώστε να μην χτυπηθεί καθόσον αυτό μπορεί να προκαλέσει βλάβη στους κόπτες,

- Κοντά στον πυθμένα, ο τελευταίος σύνδεσμος πρέπει να ξεπλένεται αργά, σε πλήρη ροή, με 40-50 rpm,
- Όταν η γεώτρηση είναι έτοιμη να ξεκινήσει, η ταχύτητα περιστροφής πρέπει να ανέβει ως τα 60 rpm, με μικρό βάρος στο κοπτικό,
- Η ροπή στο κάτω μέρος πρέπει να πλησιάζει στο σημείο που φτάνει συνήθως με τα roller cone bits. Εάν ο ρυθμός διείσδυσης δεν αυξάνεται με πρόσθετο βάρος στο κοπτικό, αυτό σημαίνει ότι ο σχηματισμός μπορεί να μην είναι κατάλληλος για PDC bits,
- Αφού πραγματοποιηθεί μια σύνδεση, το κοπτικό πρέπει να πλυθεί [με ροή προς τα κάτω]. Η απότομη πτώση και η ξαφνική διακοπή της λειτουργίας του τρυπανιού, μπορεί να προκαλέσει χτύπημα του bit στον πυθμένα της γεώτρησης και να καταστραφεί λόγω τεντώματος της διατρητικής στήλης,
- Τα PDC ανταποκρίνονται καλά σε μεταβαλλόμενους σχηματισμούς. Εάν ο ρυθμός διείσδυσης μειώνεται ξαφνικά ή το bit αρχίζει να στρέφεται, τότε θα βοηθήσει μια αλλαγή στο βάρος στο κοπτικό καθώς και μια αλλαγή στην ταχύτητα περιστροφής,
- Όταν οι κόπτες φθείρονται σε σημείο που δεν θα τρυπήσουν, το κοπτικό πρέπει να αντικατασταθεί. Εάν η φθορά είναι κυρίως στο εξωτερικό, θα υπάρξει ξαφνική μείωση του ρυθμού διείσδυσης και της ροπής, και αύξηση της πίεσης. Εάν η φθορά είναι στο τμήμα του gauge, θα υπάρχει υψηλή ροπή προς τα κάτω με μικρό βάρος στο bit και μείωση του ρυθμού διείσδυσης.

Diamond Bits

Τα Diamond Bits εισήχθησαν στις αρχές της δεκαετίας του 1920 και χρησιμοποιήθηκαν για πυρηνοληψίες εξαιρετικά σκληρών σχηματισμών. Αυτά τα πρώτα Diamond Bits ήταν πολύ ακριβά, κόστιζαν περίπου είκοσι φορές την τιμή των roller cone bits. Δεδομένου ότι η απόδοση ήταν οικονομική ΜΟΝΟ για τις πυρηνοληψίες [coring], δόθηκε πολύ λίγη προσοχή στα ω Diamond Bits ως εργαλείο διάτρησης.

Μέχρι τη δεκαετία του 1940, μια πολύ βελτιωμένη τεχνική είχε αναπτυχθεί για την κατασκευή των Diamond Bits. Τα διαμάντια χύθηκαν σε μήτρα σκόνης καρβιδίου βολφραμίου συνδεδεμένη με χαλκό και νικέλιο. Αυτή η αλλαγή επέτρεψε την χρήση πιο πολύπλοκων σχεδίων bit και μοτίβων διαμόρφωσης διαμαντιών. Αυτές οι αλλαγές είχαν ως αποτέλεσμα τη βελτιωμένη απόδοση των διαμαντιών και μείωσαν το κόστος τους σε σύγκριση με τα roller cone bits. Ωστόσο, το κόστος τους εξακολουθούσε να είναι δέκα έως δεκαπέντε φορές μεγαλύτερο από αυτό των roller cone bits, και επομένως αποτέλεσαν την τελευταία λύση.

Ανεξάρτητα από τη φήμη, πολλοί μηχανικοί γεώτρησης ενδιαφέρθηκαν ιδιαίτερα για τα αδαμαντοφόρα κοπτικά λόγω της ικανότητας τους να μπορούν να παραμείνουν στον πυθμένα και να τρυπάνε για μεγαλύτερες χρονικές περιόδους. Στα τέλη της δεκαετίας του 1950 αρκετές μεγάλες εταιρείες πετρελαίου ξεκίνησαν ερευνητικά προγράμματα για τα diamond bits και αυτές οι μελέτες παρείχαν μια πολύ καλύτερη κατανόηση της μηχανικής της διάτρησης και της υδραυλικής συμπεριφοράς τους στο ρυθμό διεύθυνσης. Αυτό, σε συνδυασμό με τις εξελίξεις αναφορικά με τη διάβρωση των υλικών της μήτρας, οδήγησαν σε σημαντικά επίπεδα απόδοσης, στη δεκαετία του 1970, τα οποία παρείχαν εξοικονόμηση κόστους σε τακτική πλέον βάση.



Εικόνα 17

Τα διαμάντια

Υπάρχουν τρεις ταξινομήσεις των διαμαντιών που χρησιμοποιούνται σε αδαμαντοφόρα κοπτικά:

1. Απλός κρύσταλλος (Δυτική Αφρική-Bortz): Αυτά τα διαμάντια είναι γενικά διαφανή, γυαλιστερά και έρχονται σε γεωμετρικά κανονικά σχήματα, όπως οκτάεδρα, δωδεκάεδρα και άλλα σχήματα που τείνουν προς σφαίρες.
2. Επικαλυμμένο (Κονγκό): Αυτά τα διαμάντια έχουν βαριά επιφανειακή επίστρωση ή 'δέρμα' που συνήθως είναι πρασινωπό ή γκριζωπό και δεν επιτρέπει τη μετάδοση του φωτός. Είναι στρογγυλεμένα σε σχήμα.
3. Carbonado (Black Diamond): Ονομάζεται έτσι επειδή η πλειοψηφία έχει μαύρο χρώμα και δεν εκπέμπει φως. Η πλειονότητα αυτών των διαμαντιών έχει μια μη κρυσταλλική ή άμορφη δομή.

Τα διαμάντια που χρησιμοποιούνται σε κοπτικά είναι φυσικής προέλευσης και κυμαίνονται από μόλις 15 πέτρες ανά καράτι έως και επτά καράτια ανά πέτρα. Τα διαμάντια είναι ανθεκτικά στην τριβή, με εξαιρετικά υψηλή αντοχή σε θλίψη (το σκληρότερο γνωστό υλικό) αλλά είναι χαμηλής αντοχής σε εφελκυσμό και έχουν υψηλή θερμική ικανότητα. Η χαμηλή αντοχή εφελκυσμού μειώνει την ικανότητά τους να αντέχουν σε κρούσεις.

Η ορολογία που χρησιμοποιείται για την περιγραφή της ποιότητας των διαμαντιών είναι αρκετά ποικίλη και η «ποιότητα» ορίζεται κατά προσέγγιση από τους ακόλουθους παράγοντες:

1. Κατάσταση επιφάνειας: Μια γυαλιστερή, λεία επιφάνεια υποδηλώνει μια επιφάνεια καλύτερης ποιότητας.
2. Ημιδιαφάνεια: Σε κρυσταλλικά διαμάντια, η ικανότητα μετάδοσης του φωτός είναι ενδεικτικά υψηλότερης ποιότητας. Αυτό δεν ισχύει απαραίτητα όταν αξιολογούνται μη κρυσταλλικά και επικαλυμμένα διαμάντια.
3. Εσωτερική δομή: Η απουσία μεγάλων εσωτερικών σπασιμάτων, εγκλεισμάτων και δομών ανάπτυξης είναι ένδειξη υψηλής ποιότητας.
4. Εξωτερικό σχήμα: Ένα τετράγωνο ή σχεδόν σφαιρικό διαμάντι είναι ισχυρότερο και ως εκ τούτου υψηλότερης ποιότητας.

Τα αδαμαντοφόρα κοπτικά

Ένα αδαμαντοφόρο κοπτικό αποτελείται από τρία μέρη: τα διαμάντια, την μήτρα και το στέλεχος ή κορμό. Τα διαμάντια συγκρατούνται στη θέση τους από τη μήτρα που συνδέεται με το χαλύβδινο στέλεχος. Το πλέγμα είναι κυρίως κονιοποιημένο καρβίδιο του βολφραμίου διηθημένο μαζί με μεταλλικό υλικό συγκόλλησης. Το καρβίδιο του βολφραμίου χρησιμοποιείται για τις λειαντικές του ιδιότητες αντοχής στη φθορά και στη διάβρωση (αλλά απέχει πολύ από ένα διαμάντι από αυτήν την άποψη). Το τμήμα του χάλυβα παρέχει δομική αντοχή και δημιουργεί ένα κατάλληλο μέσο για την προσάρτηση του bit στη διατηρητική στήλη.

Τα αδαμαντοφόρα κοπτικά πωλούνται με το βάρος του καρατιού (1 καράτι = 0,2 γραμμάρια) των διαμαντιών, συν μια χρέωση ρύθμισης. Η τιμή ποικίλλει ανάλογα με την ταξινόμηση (ή την ποιότητα) και το μέγεθος. Η χρέωση ρύθμισης είναι για να καλύψει το κόστος κατασκευής του bit. Ένα χρησιμοποιημένο bit γενικά επιστρέφεται ώστε να ανακτηθούν τα διαμάντια και για να λάβει πίστωση για τις επαναχρησιμοποιήσιμες πέτρες. Αυτή η πίστωση είναι συχνά το 50% του αρχικού κόστους του κοπτικού.

Χρήσεις των Diamond Bits

Όπως και με οποιαδήποτε επιλογή κοπτικού, η απόφαση χρησιμοποίησης ενός αδαμαντοφόρου κοπτικού πρέπει να βασίζεται σε μια λεπτομερή ανάλυση του κόστους. Υπάρχουν ωστόσο ορισμένες καταστάσεις που δείχνουν την απαίτηση μιας οικονομικής χρήσης αδαμαντοφόρων κοπτικών.

- Πολύ μικρή διάρκεια ζωής του roller cone bit: Εάν η διάρκεια ζωής του roller cone bit είναι πολύ μικρή λόγω αστοχίας του bearing ή φθοράς των δοντιών, ένα αδαμαντοφόρο κοπτικό μπορεί να αυξήσει

δραματικά τη διάρκεια ζωής. Τα αδαμαντοφόρα κοπτικά δεν έχουν bearings (ρουλεμάν) και κάθε διαμάντι έχει αντοχή συμπίεσης 1.261.000 psi (περίπου 1,5 φορές εκείνη του καρβιδίου βολφραμίου). Η σχετική αντοχή στη φθορά είναι περίπου 100 φορές αυτή του καρβιδίου βολφραμίου.

- Χαμηλοί ρυθμοί διείδυσης των roller cone bits: Συχνά, όταν τα roller cone bits τρυπάν με αργούς ρυθμούς [5 ft/hr ή και χαμηλότερο], λόγω υψηλού ειδικού βάρους του πολφού [λάσπης] ή περιορισμένης υδραυλικής δύναμης της εξέδρας, τα αδαμαντοφόρα κοπτικά μπορούν να εξοικονομήσουν χρήματα. Η δράση κοπής τύπου «οργώματος» των διαμαντιών, γενικά παράγει υψηλότερα ποσοστά διείδυσης. Δεδομένου ότι ο διατρητικός πολφός κατανέμεται μεταξύ της όψης του κοπτικού και του σχηματισμού ομοιόμορφα, χρειάζεται λιγότερη υδραυλική ιπποδύναμη ανά τετραγωνική ίντσα για τον καθαρισμό κάτω από ένα diamond bit σε σχέση με ένα roller cone bit.
- Βαθιές, μικρές τρύπες: Τα μικρά Roller cone bits των 6 ιντσών (ή ακόμη και μικρότερα) έχουν περιορισμένη διάρκεια ζωής λόγω των περιορισμών του χώρου στο bearing, του πάχους του κώνου κ.λπ. Τα αδαμαντοφόρα κοπτικά ως ένα συμπαγές κοπτικό διαρκούν πολύ περισσότερο σε πολύ μικρές οπές.
- Κατευθυνόμενη γεώτρηση: Τα αδαμαντοφόρα κοπτικά έχουν σχεδιαστεί για να τρυπάν "πλαγίως" σε καταστάσεις κατευθυνόμενης γεώτρησης.
- Περιορισμένο βάρος στο κοπτικό: τα αδαμαντοφόρα κοπτικά παρουσιάζουν υψηλότερα ποσοστά διείδυσης με μικρότερο βάρος στο κοπτικό από ότι συνήθως, απαιτείται για τα roller cone bits με το ίδιο μέγεθος.
- Εφαρμογές κινητήρα Downhole: τα roller cone bits παρουσιάζουν γενικά αστοχίες σε εφαρμογές downhole motors λόγω των υψηλών στροφών. Τα αδαμαντοφόρα κοπτικά έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής υπό αυτές τις συνθήκες.
- Κοπή 'παραθύρων' εντός των σωλήνων επένδυσης: Η κοπή παραθύρου εντός των σωλήνων επένδυσης μέσω αδαμαντοφόρων κοπτικών αποτελεί πλέον μια αποτελεσματική, αποδεδειγμένη στο πεδίο μέθοδος για την επαναχρησιμοποίηση παλαιότερων φρεατίων, για την αύξηση της παραγωγής, για την εφαρμογή τεχνικών κατευθυνόμενης γεώτρησης ή για παράκαμψη [sidetrack]. Χρησιμοποιώντας ειδικά σχεδιασμένα αδαμαντοφόρα κοπτικά, κόβονται πλατύτερα και μεγαλύτερα 'παράθυρα' κατά την παράκαμψη.
- Coring: Η χρήση των αδαμαντοφόρων κοπτικών για εργασίες πυρηνοληψίας είναι απαραίτητη για λήψη ομαλών και ολόκληρων πυρήνων. Η λήψη μεγαλύτερων πυρήνων είναι δυνατή, και οι πυρήνες

«φαίνονται καλύτερα» λόγω της δράσης της κοπής των διαμαντιών σε σύγκριση με εκείνους των roller cone bits.

Ωστόσο υπάρχουν και μερικές καταστάσεις γεώτρησης που πρέπει να αποφεύγεται η χρήση αδαμαντοφόρων κοπτικών όπως στους πολύ σκληρούς και σπασμένους σχηματισμούς, ή σε αυτούς που περιέχουν chert ή σιδηροπυρίτη, ή ακόμα και κατά την περίπτωση διάτρησης μεγάλων τμημάτων σε σκληρούς σχηματισμούς.

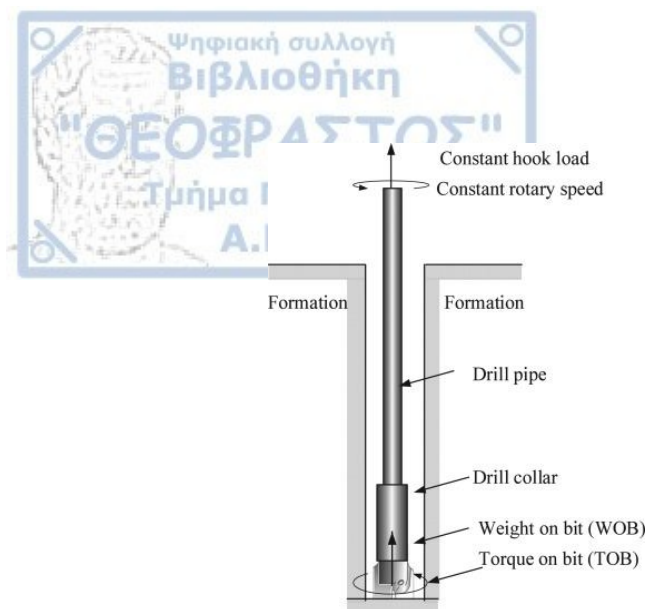
Λειτουργικές παράμετροι των Diamond Bits

Υδραυλική

Οι υδραυλικές παράμετροι για τα αδαμαντοφόρα κοπτικά πρέπει να λαμβάνουν υπόψη το ρυθμό κυκλοφορίας του πολφού και την απώλεια πίεσης. Η υδραυλική δεν απαιτεί τροποποίηση, αλλά απαιτείται καλός βέλτιστος ρυθμός ροής πολφού στην περιοχή από 4,5 έως 7,0 γαλόνια ανά λεπτό ανά τετραγωνική ίντσα εντός της οπής. Μπορεί να είναι και περισσότερο ή λιγότερο εάν το επιτρέπουν οι οπές ή οι συνθήκες λειτουργίας και εάν το κοπτικό έχει σχεδιαστεί για τέτοιες συνθήκες.

Κάθε διαμάντι στο bit βρίσκεται στο κάτω μέρος αυτού και η διαδικασία είναι συνεχής, επομένως ολόκληρη η περιοχή πρέπει να καθαρίζεται και να ψύχεται συνεχώς. Το κοπτικό πρέπει να διατηρείται καθαρό για να αποφευχθεί η διόγκωση και να διατηρούνται οι σχηματισμοί εκτεθειμένοι στην δράση της κοπής των διαμαντιών. Το κοπτικό πρέπει επίσης να διατηρείται ψυχρό. Η υπερβολική θερμότητα είναι ένας από τους χειρότερους εχθρούς του διαμαντιού. Λόγω της δράσης της κοπής του διαμαντιού, δημιουργείται πάντα θερμότητα και η αποφυγή αστοχίας μπορεί μόνο να επιτευχθεί με επαρκείς ρυθμούς ροής του πολφού.

Απαιτείται πίεση για να ωθήσει τον πολφό πάνω από την επιφάνεια του κοπτικού σε ταχύτητες αρκετά υψηλές ώστε να παρέχει επαρκή ψύξη και καθαρισμό. Όταν το κοπτικό βρίσκεται σε κατάσταση **off-bottom**, ο πολφός έχει σχεδόν απεριόριστη ροή, αλλά στον πυθμένα **[on-bottom]**, πρέπει να διέρχεται από μια μικρή μόνο περιοχή από τα ακροφύσια στο κοπτικό και την ίδια την οπή (το διάκενο είναι ο χώρος μεταξύ της μήτρας bit και του σχηματισμού). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μια διαφορά πίεσης [off-on bottom pressure difference] σε εύρος από 100 έως 1.000 psi, ανάλογα με τη συνολική επιφάνεια του υγρού και τις συνθήκες λειτουργίας (πυκνότητα λάσπης, βάρος bit, πίεση αντλίας κ.λπ.).



Σχήμα 26.

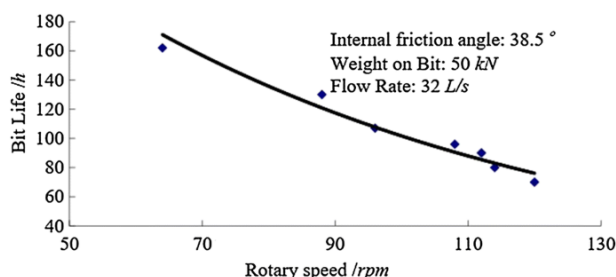
Βάρος στο κοπτικό [WOB-Weight on Bit]

Το βάρος στα αδαμαντοφόρα κοπτικά θα πρέπει να είναι κάπως μικρότερο από ότι στα roller cone bits. Ένα καλό μέσο βάρος κυμαίνεται από 350 έως 750 λίβρες ανά τετραγωνική ίντσα εμβαδού bit.

Ταχύτητα Περιστροφής

Η Ταχύτητα Περιστροφής πρέπει να είναι σχετικά υψηλή, με τα 100 rpm να αποτελεί μία μέση τιμή. Ο ρυθμός διείδυσης θα πρέπει να αυξάνεται σε υψηλές ταχύτητες εάν τα υδραυλικά είναι ικανοποιητικά και δεν υπάρχει τραχύτητα στη διάτρηση.

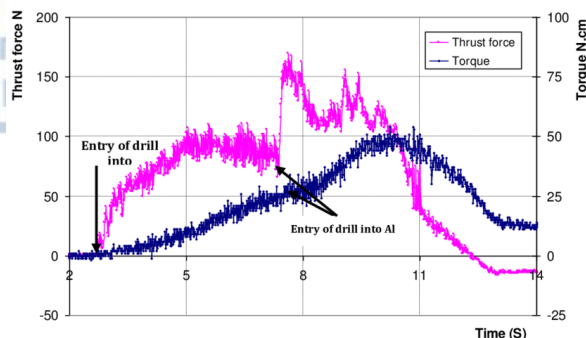
Ο ρυθμός διάτρησης, με καλό υδραυλικό σύστημα, είναι σχεδόν μια ευθεία λειτουργία περιστροφικής ταχύτητας. Συνεπώς, ο ρυθμός γεώτρησης θα συνεχίσει να αυξάνεται καθώς αυξάνεται η ταχύτητα περιστροφής. Τα όρια συνήθως επιβάλλονται για λόγους ασφαλείας για το τρυπάνι.



Σχήμα 27.

Ροπή

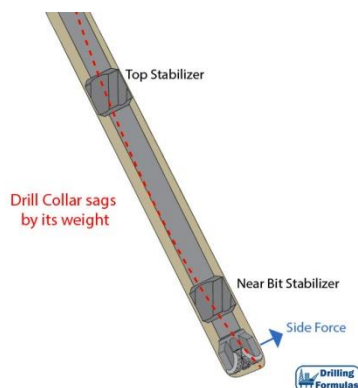
Οι ενδείξεις ροπής είναι πολύ χρήσιμες ως έλεγχος της ομαλής λειτουργίας. Δεν έχουν ρυθμιστεί απόλυτες τιμές, αλλά μια σταθερή ροπή αποτελεί ένδειξη ότι οι προηγούμενοι τρεις παράγοντες είναι καλά συντονισμένοι.



Σχήμα 28.

Σταθεροποίηση bit

Ένα διαμάντι είναι εξαιρετικά ανθεκτικό στη συμπίεση, αλλά σχετικά αδύναμο στη διάτμηση και χρειάζεται συνεχή ψύξη όταν βρίσκεται στο κάτω μέρος. Το bit έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε ένα σταθερό κατακόρυφο φορτίο στο bit να διατηρεί ένα ομοιόμορφο συμπιεστικό φορτίο στα διαμάντια, και ομοιόμορφη κατανομή ψυκτικού υγρού στην επιφάνεια του. Εάν υπάρχει πλευρική κίνηση ή κλίση του, μπορεί να τοποθετηθεί ένα ανομοιόμορφο διατμητικό φορτίο στα διαμάντια με διαρροή ψυκτικού στην αντίθετη πλευρά του bit.



Σχήμα 29.

Γενικές πρακτικές διάτρησης

Παρόλο που τα αδαμαντοφόρα κοπτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διάτρηση μικρών μόνο διαστημάτων, πρέπει να ληφθεί μέριμνα, ειδικά την πρώτη φορά που χρησιμοποιείται ένα αδαμαντοφόρο κοπτικό. Πρέπει να επισημανθεί πως τα αδαμαντοφόρα κοπτικά είναι σταθερά κατασκευασμένα και δεν λειτουργούν όπως τα roller cone bits. Σε μια κατάσταση διάτρησης, το μεγαλύτερο μέρος του γεωτρητικού πολφού διαφεύγει μέσω των σχισμών των αδαμαντοφόρων κοπτικών και η λάσπη δεν μπορεί να κρυώσει αποτελεσματικά τα διαμάντια στο μέτωπο της διάτρησης. Τα διαμάντια απορροφούν όλο το βάρος και μπορεί να υπερφορτωθούν.

Κατά τη διάτρηση, πρέπει να χρησιμοποιείται το μικρότερο δυνατό βάρος στο κοπτικό, περίπου 2.000 έως 3.000 λίβρες το μέγιστο για να αποφευχθεί η θραύση των διαμαντιών ενώ η ταχύτητα περιστροφής πρέπει να είναι μέτρια. Γενικά, πρέπει να αποφεύγεται η υπερφόρτωση. Εάν απαιτείται σημαντική διάτρηση σε σκληρούς, τραχείς σχηματισμούς, το αδαμαντοφόρο κοπτικό πρέπει να αντικατασταθεί με ένα καταλληλότερο κοπτικό.

Το ξεκίνημα ενός Diamond Drill Bit

Συνιστάται να γίνεται έναρξη της κυκλοφορίας πριν από τον πυθμένα ενώ πρέπει να υπάρξει η κατάλληλη προσοχή ιδιαίτερα για να βρεθεί ο πυθμένας. Το κοπτικό πρέπει να περιστρέφεται αργά προς τα κάτω ή εάν είναι δυνατόν, να τοποθετηθεί κάτω με μηδενική περιστροφή. Στη συνέχεια, η κυκλοφορία θα γίνει με πλήρη ένταση και η περιστροφή θα γίνει αργά σε απόσταση περίπου του ενός ποδιού ή και λιγότερο **off – bottom**, για μια περίοδο τουλάχιστον πέντε λεπτών, ώστε να καθαριστεί το το κάτω μέρος της τρύπας.

Μετά την κυκλοφορία, πρέπει να υπάρξει ιδιαίτερη προσοχή για να βρεθεί ο πυθμένας της οπής. Με το ελάχιστο βάρος στο κοπτικό και με πλήρη κυκλοφορία πολφού, πρέπει να τρυπηθεί η οπή για να σχηματιστεί ένα νέο περίγραμμα οπής. Αυτό είναι σημαντικό δεδομένου ότι ένα αδαμαντοφόρο κοπτικό δεν φθάνει στα κατάλληλα επίπεδα καθαρισμού και ψύξης της οπής έως ότου το κάτω μέρος της τρύπας ταιριάζει ακριβώς στο 'προφίλ' του κοπτικού.

Γεώτρηση

Μετά την τοποθέτηση του κοπτικού, η ταχύτητα περιστροφής θα πρέπει να αυξηθεί στο πρακτικό όριο που υποδεικνύεται από τις προδιαγραφές της εξέδρας της γεώτρησης. Πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψη η διατηρητική στήλη, η κατάσταση της οπής και το βάθος.

Το βάρος πρέπει να προστεθεί όσο το δυνατόν πιο ομαλά σε προσαυξήσεις 2000 λιβρών. Πρέπει να γίνονται παρατηρήσεις του ρυθμού διείδυσης μετά από κάθε αύξηση βάρους για να αποφευχθεί η υπερφόρτωση. Εφόσον ο ρυθμός διείδυσης συνεχίζει να αυξάνεται με το βάρος, τότε το βάρος πρέπει να αυξάνεται. Ωστόσο, εάν το πρόσθετο βάρος δεν αυξάνει το ρυθμό διείδυσης, θα πρέπει να μειωθεί στις 2000 με 3000 λίβρες, και η διάτρηση πρέπει να συνεχιστεί με αυτό το μειωμένο βάρος στο κοπτικό.

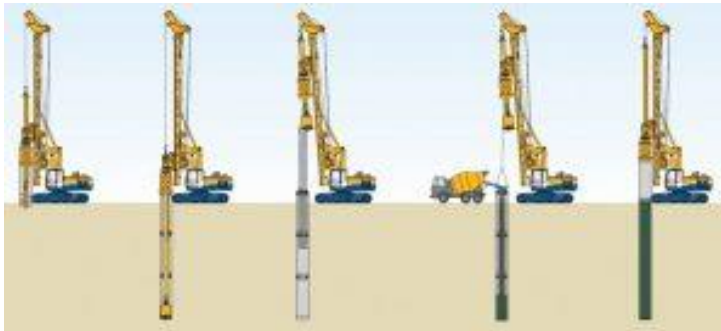
Αφού πραγματοποιηθεί μια σύνδεση, πρέπει να γίνει κυκλοφορία πολφού σε κατάσταση off-bottom για τουλάχιστον πέντε λεπτά, καθώς τα θρύμματα στην οπή θα μπορούσαν να προκαλέσουν ζημιά στο κοπτικό. Ο χρόνος που πρέπει να αφιερωθεί στη διαδικασία αυτή, μπορεί να παρατείνει τη διάρκεια ζωής του κοπτικού κατά πολλές ώρες.

Η επιλογή του κοπτικού, του μεγέθους και της ποιότητας των διαμαντιών, μπορεί να καθορίσει τη διαφορά μεταξύ ενός οικονομικού bit run και ενός δαπανηρού bit run.

Ορισμένοι σχηματισμοί διατρύονται πιο εύκολα με αδαμαντοφόρα κοπτικά σε σχέση με άλλους, αλλά αυτοί οι σχηματισμοί και η ικανότητα διάτρησης τους

αλλάζουν από περιοχή σε περιοχή. Τα αδαμαντοφόρα κοπτικά συνήθως αποδίδουν καλύτερα σε σκληρούς σχηματισμούς, επειδή είναι ευκολότερο να διατηρηθεί το κομμάτι καθαρό, τα θρύμματα είναι μικρότερα και τα μεμονωμένα διαμάντια κόβουν πιο αποτελεσματικά.

Δεδομένου ότι η επιφάνεια κοπής ενός αδαμαντοφόρου κοπτικού πλησιάζει πολύ κοντά στον σχηματισμό, τα θρύμματα μετακινούνται από το κέντρο της τρύπας κατά μήκος της όψης του κοπτικού προς το εξωτερικό της γεώτρησης. Όσο μεγαλύτερο είναι το κοπτικό, τόσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα των θρυμμάτων που πρέπει να μετακινηθεί κατά μήκος της όψης, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε μερική απόφραξη της περιοχής ροής και μείωση του ρυθμού διείσδυσης εκτός εάν τα υδραυλικά διατηρούνται σε υψηλά επίπεδα ενέργειας.



Σχήμα 30.

Ειδικά σχέδια

Τα συνήθη κοπτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις περισσότερες περιπτώσεις. Ειδικά σχεδιασμένα κοπτικά με ειδικά χαρακτηριστικά, κατασκευάζονται για μη συνήθεις εφαρμογές. Για παράδειγμα:

- Κοπτικά χαμηλής πίεσης για κινητήρες downhole,
- Επίπεδα στο κάτω μέρος, ρηχοί κώνοι για τις περιπτώσεις sidetracking με κινητήρες downhole,
- Βαθείς κώνοι, για εργασίες whipstock ή sidetracking,
- Οι ειδικές πυρηνοληψίες,
- Οι 'Βαθείς κώνοι' με γωνία κορυφής 70° χρησιμοποιούνται συνήθως για να παρέχουν σταθερότητα και μεγαλύτερη συγκέντρωση διαμαντιών στην κορυφή του κώνου. Σε ορισμένους σχηματισμούς, ένας βαθύς κώνος θα μπορούσε να σπάσει τον σχηματισμό οριζόντια, αφήνοντας ένα μικρό plug πάνω στον κώνο του κοπτικού. Στη συνέχεια, αυτό το plug θα μπορούσε να προκαλέσει θραύση των διαμαντιών και πρόωρη αστοχία. Σε σχηματισμούς που θραύονται εύκολα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια γωνία κώνου περίπου 90° ή 100°.

Κριτήρια επιλογής

Επειδή οι σχηματισμοί ίδιας ηλικίας και σύστασης αλλάζουν σε χαρακτήρα σε σχέση με το βάθος και το τρυπάνι, δεν μπορεί να υπάρξει ένας οδηγός



επιλογής των κοπτικών άκρων. Ωστόσο, κάποιες γενικές οδηγίες αναφέρουν τα κάτωθι:

Οι μαλακοί σχηματισμοί

Η άμμος, οι σχίστες, το αλάτι, ο ανυδρίτης ή ο ασβεστόλιθος απαιτούν μεγάλα διαμάντια με μια σειρά ακτινικών υγρών. Χρησιμοποιούνται πέτρες 1-5 καράτιων, ανάλογα με την σκληρότητα του σχηματισμού. Αυτός ο τύπος πρέπει να ρυθμιστεί με μία μόνο σειρά από διαμάντια σε κάθε πλευρά και να έχει σχεδιαστεί για να χειρίζεται ταχύτητες λάσπης που κυμαίνονται από 300-400 fpm.

Οι μεσαίοι σχηματισμοί

Η άμμος, οι σχίστες, ο ανυδρίτης ή ο ασβεστόλιθος απαιτούν ένα ακτινικό στυλ με διπλές σειρές διαμαντιών σε κάθε λεπίδα ή πλευρά. Τα μεγέθη διαμαντιών κυμαίνονται από 2-3 πέτρες ανά καράτι. Η λάσπη πρέπει να κυκλοφορεί με υψηλή ταχύτητα. Καλό ποσοστό διεύδυσης μπορεί να αναμένεται σε σχηματισμούς με άμμο και σχίστες.

Οι σκληροί, συμπαγείς σχηματισμοί

Οι σχίστες, τα cherts, οι ψαμμίτες, τα ηφαιστειακά πετρώματα, και οι χαλαζίτες απαιτούν συνήθως μικρά διαμάντια με μια πορεία του γεωτρητικού ρευστού τύπου crowsfoot. Τα διαμάντια είναι περίπου 12 πέτρες ανά καράτι.

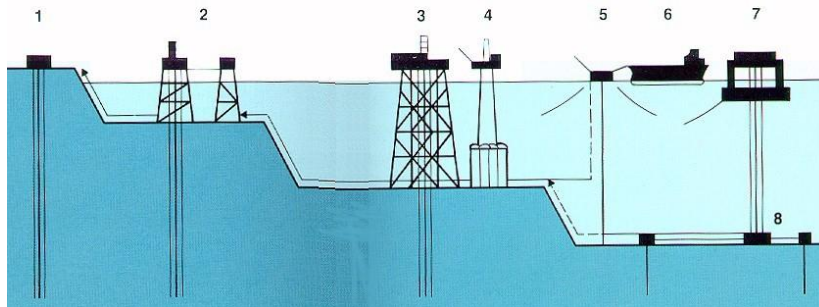
Κεφάλαιο 4. Διαδικασία παραγωγής πετρελαίου και φυσικού αερίου

4. Επισκόπηση διαδικασίας παραγωγής πετρελαίου και φυσικού αερίου

Το παρακάτω σχήμα δίνει μια επισκόπηση της τυπικής διαδικασίας παραγωγής πετρελαίου και φυσικού αερίου.

4.1 Εγκαταστάσεις

1. Onshore well
2. Offshore, fixed, multi platforms
3. Offshore, fixed, self-contained platforms
4. Offshore, self-contained, concrete gravity platforms
5. Offshore, floating, single-point mooring
6. Storage/shuttle tanker
7. Offshore, floating, tension leg platforms
8. Subsea manifolds



Σχήμα 32.

4.1.1 Χερσαία

Η χερσαία παραγωγή είναι οικονομικά βιώσιμη από μερικές δεκάδες βαρέλια ημερησίως. Το πετρέλαιο και το αέριο παράγονται από μεγάλο αριθμό γεωτρήσεων παγκοσμίως. Συγκεκριμένα, ένα δίκτυο συλλογής αερίου μπορεί να γίνει πολύ μεγάλο, με παραγωγή από εκατοντάδες γεωτρήσεις, με απόσταση εκατοντάδων χιλιομέτρων / μιλίων, τροφοδοτώντας μέσω ενός δικτύου συλλογής μια μονάδα επεξεργασίας. Η εικόνα δείχνει μια καλά εξοπλισμένη αντλία που συχνά σχετίζεται με την παραγωγή πετρελαίου στην ξηρά.



Εικόνα 18

Για τα μικρότερα κοιτάσματα, το πετρέλαιο συλλέγεται απλώς σε δεξαμενή συγκράτησης και συλλέγεται σε τακτά χρονικά διαστήματα με βυτιοφόρο ή σιδηροδρομικό όχημα για επεξεργασία σε διωλιστήριο.

Ωστόσο, οι χερσαίες γεωτρήσεις σε περιοχές πλούσιες σε πετρέλαιο είναι υψηλής χωρητικότητας με χιλιάδες βαρέλια την ημέρα, που συνδέονται με 1.000.000 βαρέλι ή περισσότερες μονάδες διαχωρισμού φυσικού αερίου ημερησίως (GOSP). Το προϊόν αποστέλλεται από το εργοστάσιο μέσω αγωγού ή δεξαμενόπλοιων. Η παραγωγή μπορεί να προέρχεται από πολλούς διαφορετικούς κατόχους αδειών. Η μέτρηση και η καταγραφή μεμονωμένων καλών ροών στο δίκτυο συγκέντρωσης, είναι σημαντικές εργασίες.

Πρόσφατα, πολύ βαρύ αργό, πισσούχος άμμος και πετρέλαιο ή αέριο σχιστών έχουν γίνει οικονομικά εξαγωγή με υψηλότερες τιμές και νέα τεχνολογία. Το βαρύ αργό μπορεί να χρειαστεί θέρμανση και αραίωση για να εξαχθεί, η άμμος πίσσας έχει χάσει τις πτητικές της ενώσεις και μπορεί να εξαχθεί με ατμό. Πρέπει να υποστεί περαιτέρω επεξεργασία για να διαχωριστεί η πίσσα από την άμμο. Αυτά τα μη συμβατικά αποθεματικά, ενδέχεται να περιέχουν περισσότερο από το διπλάσιο υδρογονάνθρακες σε σχέση με αυτούς που βρίσκονται σε συμβατικά κοιτάσματα.

4.1.2 Υπεράκτια

Στην υπεράκτια παραγωγή, ανάλογα με το μέγεθος και το βάθος του νερού, χρησιμοποιείται μια ολόκληρη σειρά διαφορετικών κατασκευών. Τα τελευταία χρόνια έχουμε δει εγκαταστάσεις βυθού με πολλαπλές φάσεις σωληνώσεων στην ακτή και καθόλου υπεράκτια δομή. Αντικαθιστώντας τους απομακρυσμένους πύργους γεωτρήσεων, η διάτρηση με κλίση χρησιμοποιείται για την άντληση διαφορετικών τμημάτων του κοιτάσματος από μερικές μόνο θέσεις γεωτρήσεων. Μερικές από τις κοινές υπεράκτιες κατασκευές είναι:

Συγκρότημα ρηχών νερών, που χαρακτηρίζεται από διάφορες ανεξάρτητες πλατφόρμες και βοηθητικά μέρη που συνδέονται με γέφυρες. Οι μεμονωμένες πλατφόρμες θα περιγραφούν ως πλατφόρμα Wellhead, πλατφόρμα Riser, πλατφόρμα επεξεργασίας, πλατφόρμα διαμονής και πλατφόρμα παραγωγής ενέργειας. Συνήθως βρίσκεται σε βάθη νερού έως 100 μέτρα.



Εικόνα 19

Βάρος. Τεράστιες σταθερές δομές σκυροδέματος τοποθετημένες στον πυθμένα, συνήθως με κελιά αποθήκευσης πετρελαίου στην «φούστα» που στηρίζεται στον πυθμένα της θάλασσας. Το μεγάλο κατάστρωμα λαμβάνει όλα τα μέρη της διαδικασίας και βοηθητικά προγράμματα σε μεγάλες ενότητες. Χαρακτηριστικό για μεγάλα κοιτάσματα της δεκαετίας του '80 και

του '90 σε βάθος νερού 100m έως 500m. Το σκυρόδεμα χύθηκε σε μια παράκτια τοποθεσία, με αρκετό αέρα στα κελιά αποθήκευσης για να διατηρήσει τη δομή να επιπλέει μέχρι να ρυμουλκηθεί και να κατεβεί στον πυθμένα. Η εικόνα δείχνει τη μεγαλύτερη πλατφόρμα GBS στον κόσμο, το Troll A κατά την κατασκευή.

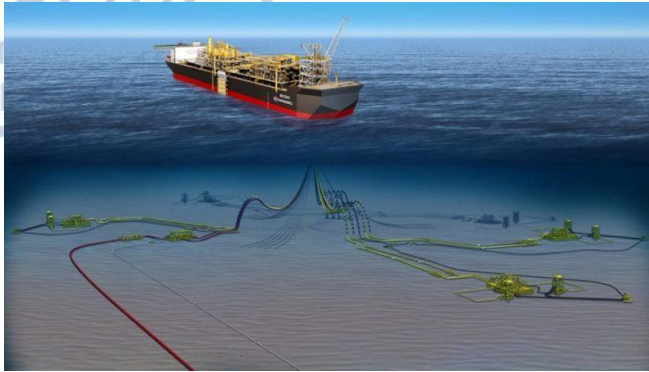


Εικόνα 20

Οι συμβατοί πύργοι μοιάζουν με σταθερές πλατφόρμες. Αποτελούνται από έναν στενό πύργο, που συνδέεται με ένα θεμέλιο στον πυθμένα και εκτείνεται μέχρι την πλατφόρμα. Αυτός ο πύργος είναι εύκαμπτος, σε αντίθεση με τα σχετικά άκαμπτα πόδια μιας σταθερής πλατφόρμας. Αυτή η ευελιξία του επιτρέπει να λειτουργεί σε πολύ βαθύτερα νερά, καθώς μπορεί να «απορροφά» μεγάλο μέρος της πίεσης που ασκείται από τον άνεμο και τη θάλασσα. Οι συμβατοί πύργοι χρησιμοποιούνται μεταξύ 500 και 1000 μέτρων βάθους νερού.

Πλωτή παραγωγή, όπου όλα τα συστήματα άνω πλευράς βρίσκονται σε πλωτή κατασκευή με ξηρές ή υποθαλάσσιες γεωτρήσεις. Μερικοί πλωτήρες είναι:

- FPSO: Πλωτή παραγωγή, αποθήκευση και εκφόρτωση. Το κύριο πλεονέκτημα είναι μια αυτόνομη δομή που δεν χρειάζεται εξωτερική υποδομή όπως αγωγούς ή αποθήκευση. Το αργό πετρέλαιο εκφορτώνεται σε δεξαμενόπλοιο μεταφοράς σε τακτά χρονικά διαστήματα, από ημέρες έως εβδομάδες ανάλογα με την ικανότητα παραγωγής και αποθήκευσης. Τα FPSO παράγουν σήμερα 10.000 έως 200.000 βαρέλια την ημέρα.



Εικόνα 21

Η πλατφόρμα Tension Leg αποτελείται από μια δομή που συγκρατείται στη θέση της από κατακόρυφους τένοντες που συνδέονται με τον πυθμένα της θάλασσας με υποστρώματα. Η δομή συγκρατείται σε σταθερή θέση από τους τένοντες, οι οποίοι προβλέπουν τη χρήση του TLP σε μια ευρεία περιοχή βάθους νερού έως περίπου 2000m. Οι τένοντες είναι κατασκευασμένοι ως κοίλοι χαλύβδινοι σωλήνες υψηλής αντοχής σε εφελκυσμό που φέρουν την εφεδρική πλευστότητα της κατασκευής και εξασφαλίζουν την περιορισμένη κάθετη κίνηση.



Εικόνα 22

- SPAR: Το SPAR αποτελείται από ένα απλό ψηλό κύτος κυλίνδρου που υποστηρίζει σταθερό κατάστρωμα. Ωστόσο, ο κύλινδρος δεν εκτείνεται μέχρι τον πυθμένα του θαλάσσιου πυθμένα, αλλά αντίθετα συνδέεται προς τα κάτω με μια σειρά καλωδίων και γραμμών. Ο μεγάλος κύλινδρος χρησιμεύει για τη σταθεροποίηση της πλατφόρμας στο πολφός και επιτρέπει την κίνηση για να απορροφήσει τη δύναμη των πιθανών τυφώνων. Τα ανταλλακτικά μπορούν να είναι αρκετά μεγάλα και χρησιμοποιούνται για βάθη νερού από 300 έως 3000 μέτρα. Το SPAR δεν είναι αρκτικόλεξο, αλλά αναφέρεται στην

ομοιότητά του με τον πυλώνα του πλοίου. Τα Spars μπορούν να υποστηριχθούν και στην στεριά, αλλά χρησιμοποιούνται συχνότερα με υποθαλάσσια γεωτρήσεις.



Εικόνα 23

Τα υποθαλάσσια συστήματα παραγωγής βρίσκονται στον πυθμένα της θάλασσας, σε αντίθεση με την επιφάνεια. Όπως σε ένα πλωτό σύστημα παραγωγής, το πετρέλαιο εξάγεται στον πυθμένα της θάλασσας και στη συνέχεια, μπορεί να «συνδεθεί» με μια ήδη υπάρχουσα πλατφόρμα παραγωγής ή ακόμη και σε μια χερσαία εγκατάσταση, περιοριζόμενη από οριζόντια απόσταση ή «offset». Η γεώτρηση τρυπάται από μια κινητή εξέδρα και το εκχυλισμένο πετρέλαιο και το φυσικό αέριο μεταφέρονται μέσω υποθαλάσσιου αγωγού και ανυψωτήρα σε εγκατάσταση επεξεργασίας. Αυτό επιτρέπει σε μια στρατηγικά τοποθετημένη πλατφόρμα παραγωγής να εξυπηρετεί πολλές γεωτρήσεις σε μια αρκετά μεγάλη περιοχή. Τα υποθαλάσσια συστήματα χρησιμοποιούνται συνήθως σε βάθη 500 μέτρων και άνω και δεν έχουν την ικανότητα να τρυπάνε μόνο για εξαγωγή και μεταφορά. Η διάτρηση και η ολοκλήρωση πραγματοποιούνται από μια επιφανειακή εξέδρα.



Εικόνα 24

4.2 Δεξαμενή και κεφαλές

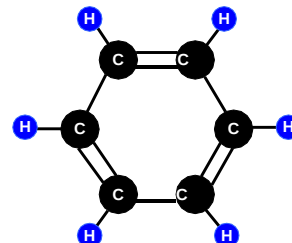
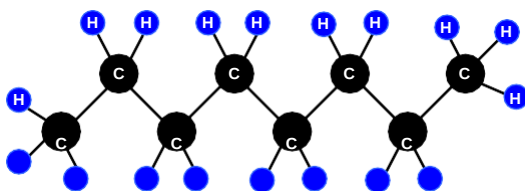
Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι συμβατικών γεωτρήσεων. Η πιο κοινή είναι μια πετρελαιοπηγή με αέριο. Οι γεωτρήσεις φυσικού αερίου περιέχουν λίγο ή καθόλου πετρέλαιο. Οι γεωτρήσεις συμπυκνώματος περιέχουν φυσικό αέριο, καθώς και υγρό συμπύκνωμα. Αυτό το συμπύκνωμα είναι ένα υγρό μείγμα υδρογονανθράκων που συχνά διαχωρίζεται από το φυσικό αέριο είτε στην κεφαλή, είτε κατά την επεξεργασία του φυσικού αερίου. Ανάλογα με τον τύπο, η ολοκλήρωση ενδέχεται να διαφέρει ελαφρώς. Είναι σημαντικό ότι το φυσικό αέριο, που είναι ελαφρύτερο από τον αέρα, θα ανέβει φυσικά στην επιφάνεια μιας γεώτρησης. Εξαιτίας αυτού, σε πολλές γεωτρήσεις φυσικού αερίου και συμπυκνωμάτων, δεν απαιτείται εξοπλισμός ανύψωσης και επεξεργασίας, ενώ για τις γεωτρήσεις πετρελαίου ενδέχεται να εγκατασταθούν πολλοί τύποι τεχνητής ανύψωσης, ειδικά αν η πίεση του ταμιευτήρα μειώνεται κατά τη διάρκεια των ετών παραγωγής.

4.2.1 Αργό πετρέλαιο



Εικόνα 25

Το αργό πετρέλαιο είναι ένα σύνθετο μείγμα που αποτελείται από έως και 200 ή περισσότερες διαφορετικές οργανικές ενώσεις, κυρίως αλκάνια και αρωματικά μικρότερου κλάσματος.



Διαφορετικό ακατέργαστο περιέχει διαφορετικούς συνδυασμούς και συγκεντρώσεις αυτών των διαφόρων ενώσεων. Η βαρύτητα του API (αμερικανικό ινστιτούτο πετρελαίου) ενός συγκεκριμένου αργού είναι απλώς ένα μέτρο του συγκεκριμένου βάρους ή της πυκνότητάς του. Όσο υψηλότερος

είναι ο αριθμός API, εκφρασμένος σε API βαθμούς, τόσο λιγότερο πυκνό (ελαφρύτερο, λεπτότερο) το αργό. Αντίθετα, όσο χαμηλότερο είναι το API βαθμών, τόσο πιο πυκνό (βαρύτερο, παχύτερο) το αργό. Το αργό πετρέλαιο από διαφορετικά πεδία και από διαφορετικούς σχηματισμούς μέσα σε ένα πεδίο μπορεί να είναι παρόμοιο στη σύνθεση ή να είναι σημαντικά διαφορετικό. Εκτός από τον βαθμό API και τους υδρογονάνθρακες, χαρακτηρίζεται για άλλα μη επιθυμητά στοιχεία όπως το θείο, το οποίο ρυθμίζεται και πρέπει να αφαιρεθεί.

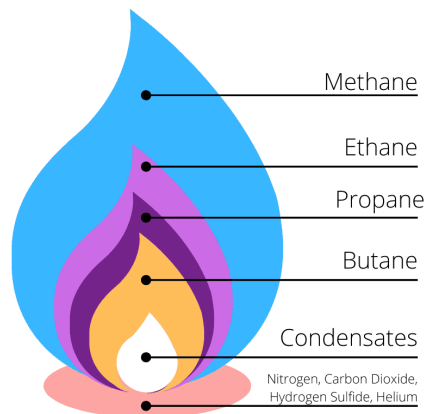
Οι βαρύτητες του αργού πετρελαίου API κυμαίνονται συνήθως από 7 έως 52 που αντιστοιχούν σε περίπου 970 kg / m³ έως 750 kg / m³, αλλά οι περισσότερες πέφτουν στο εύρος βαρύτητας 20 έως 45 API. Αν και το ελαφρύ αργό (δηλαδή, API 40-45 βαθμών) θεωρείται το καλύτερο, το ελαφρύτερο αργό (δηλαδή, το API 46 βαθμών και άνω) γενικά δεν είναι καλύτερο για ένα τυπικό διυλιστήριο. Από τη χημική του σύνθεση, καθώς το αργό γίνεται ελαφρύτερο από 40-45 βαθμούς API, περιέχει μικρότερα μόρια, που σημαίνει χαμηλότερο αριθμό άνθρακα. Αυτό σημαίνει ότι περιέχει λιγότερα από τα μόρια που είναι χρήσιμα ως βενζίνη υψηλού οκτανίου και καύσιμο ντίζελ, η παραγωγή των οποίων προσπαθούν να μεγιστοποιήσουν τα περισσότερα διυλιστήρια. Ένα βαρύτερο αργό από 35 βαθμούς API, περιέχει μακρύτερα και μεγαλύτερα μόρια που δεν είναι χρήσιμα ως βενζίνη υψηλού οκτανίου και ντίζελ χωρίς περαιτέρω επεξεργασία.

Για το αργό που έχει υποβληθεί σε λεπτομερή ανάλυση φυσικής και χημικής ιδιότητας, η βαρύτητα API μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ακατέργαστος δείκτης της ποιότητας του αργού παρόμοιας σύνθεσης όπως συμβαίνει φυσικά (δηλαδή, χωρίς νοθεία, ανάμειξη, ανάμειξη κ.λπ.). Όταν αναμιγνύονται ακατέργαστο διαφορετικού τύπου και ποιότητας ή όταν αναμιγνύονται διαφορετικά συστατικά πετρελαίου, το API βαρύτητας δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ουσιαστικά για οτιδήποτε άλλο εκτός από ένα μέτρο της πυκνότητας του υγρού.

4.2.2 Φυσικό Αέριο

Το φυσικό αέριο που χρησιμοποιείται από τους καταναλωτές αποτελείται σχεδόν εξ ολοκλήρου από μεθάνιο. Ωστόσο, το φυσικό αέριο που βρίσκεται στην κοιλότητα, αν και εξακολουθεί να αποτελείται κυρίως από μεθάνιο, δεν είναι καθαρό. Το ακατέργαστο φυσικό αέριο προέρχεται από τρεις τύπους γεωτρήσεων: γεωτρήσεις πετρελαίου, αερίου και συμπυκνωμάτων. Το φυσικό αέριο που προέρχεται από γεωτρήσεις πετρελαίου ονομάζεται συνήθως «συνδεδεμένο αέριο». Αυτό το αέριο μπορεί να υπάρχει ξεχωριστά από το πετρέλαιο στο σχηματισμό (ελεύθερο αέριο), ή να διαλύεται στο αργό πετρέλαιο (διαλυμένο αέριο). Το φυσικό αέριο από γεωτρήσεις αερίου και συμπυκνωμάτων, στα οποία υπάρχει λίγο ή καθόλου αργό πετρέλαιο, ονομάζεται «μη συναφές αέριο». Οι γεωτρήσεις αερίου παράγουν συνήθως

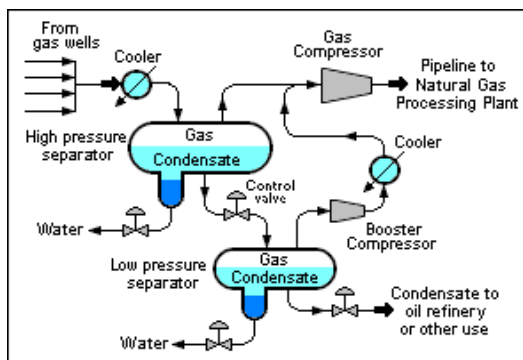
ακατέργαστο φυσικό αέριο από μόνες τους, ενώ αυτές του συμπυκνώματος παράγουν ελεύθερο φυσικό αέριο μαζί με ένα ημι-υγρό συμπύκνωμα υδρογονάνθρακα. Όποια και αν είναι η πηγή του φυσικού αερίου, αφού διαχωριστεί από το αργό πετρέλαιο (εάν υπάρχει), υπάρχει συνήθως σε μίγματα με άλλους υδρογονάνθρακες. κυρίως αιθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο και πεντάνια. Επιπλέον, το ακατέργαστο φυσικό αέριο περιέχει υδρατμούς, υδρόθειο (H_2S), διοξείδιο του άνθρακα, ήλιο, άζωτο και άλλες ενώσεις.



Εικόνα 26

4.2.3. Συμπυκνώματα

Ενώ το αιθάνιο, το προπάνιο, το βουτάνιο και τα πεντάνια πρέπει να απομακρυνθούν από το φυσικό αέριο, αυτό δεν σημαίνει ότι είναι όλα απόβλητα. Στην πραγματικότητα, οι συνδεδεμένοι υδρογονάνθρακες, γνωστοί ως «υγρά φυσικού αερίου» (NGL) μπορούν να είναι πολύτιμα υποπροϊόντα της επεξεργασίας φυσικού αερίου. Το NGL περιλαμβάνει αιθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο, ισο-βουτάνιο και φυσική βενζίνη. Αυτά τα NGL πωλούνται ξεχωριστά και έχουν μια ποικιλία διαφορετικών χρήσεων. πρώτες ύλες για διυλιστήρια πετρελαίου ή πετροχημικά εργοστάσια, ως πηγές ενέργειας, και για την ενίσχυση της ανάκτησης πετρελαίου σε πετρελαιοπηγές. Τα συμπυκνώματα είναι επίσης χρήσιμα ως αραιωτικά για το βαρύ αργό.



Σχήμα 33.

4.2.4 Η δεξαμενή

Η δομή πετρελαίου και φυσικού αερίου είναι συνήθως ένας πορώδης βράχος όπως ψαμμίτης ή ασβεστόλιθος. Οι εναποθέσεις πετρελαίου και φυσικού αερίου σχηματίζονται ως οργανικό υλικό (μικροσκοπικά φυτά και ζώα) που έχουν κατατεθεί σε παλαιότερες γεωλογικές περιόδους, συνήθως 100 έως 200 εκατομμύρια χρόνια πριν, και μετατρέπονται από υψηλή θερμοκρασία και πίεση σε υδρογονάνθρακες.

Για να σχηματιστεί μια δεξαμενή πετρελαίου, ο πορώδης βράχος πρέπει να καλύπτεται από ένα μη πορώδες στρώμα που μπορεί να εμποδίσει τους υδρογονάνθρακες να διαρρεύσουν από τη δομή. Καθώς οι δομές των βράχων αναδιπλώνονται και ανυψώνονται ως αποτέλεσμα των τεκτονικών κινήσεων, οι υδρογονάνθρακες μεταναστεύουν από τις εναποθέσεις προς τα πάνω σε πορώδεις βράχους και συλλέγονται σε κορυφές κάτω από τον αδιαπέρατο σχηματισμό, με αέριο στην κορυφή, στη συνέχεια με πετρέλαιο και ορυκτά. Το αλάτι είναι ένα υγρό υψηλού ιξώδους και εάν εναποτεθεί κάτω από τη δεξαμενή θα ρέει σε βαρύτερο βράχο για εκατομμύρια χρόνια. Αυτό δημιουργεί θόλους αλατιού με παρόμοιο αποτέλεσμα σχηματισμού δεξαμενής και είναι κοινό π.χ. στη Μέση Ανατολή.

Αυτή η διαδικασία συνεχίζεται συνεχώς, ακόμη και σήμερα. Ωστόσο, μια δεξαμενή πετρελαίου ωριμάζει με την έννοια ότι ένας πολύ νέος σχηματισμός μπορεί να μην έχει επιτρέψει ακόμη στους υδρογονάνθρακες να σχηματιστούν και να συλλεχθούν. Μια νέα δεξαμενή έχει γενικά βαρύ αργό, λιγότερο από 20 API, και είναι συχνά κρητιδικής προέλευσης (65-145 εκατομμύρια χρόνια πριν). Οι περισσότερες δεξαμενές ελαφρού αργού τείνουν να δημιουργήθηκαν το Ιουρασικό ή το Τριαδικό (145-205 / 205-250 εκατομμύρια χρόνια πριν) και οι δεξαμενές αερίου όπου τα οργανικά μόρια διασπώνται περαιτέρω, προέρχονται συνήθως από το Πέρμιο ή το Λιθανθρακοφόρο (250-290 / 290-350 εκατομμύρια χρόνια πριν).

4.3 Ολοκλήρωση

Η ολοκλήρωση της γεώτρησης αναφέρεται συνήθως στη διαδικασία φινιρίσματος έτσι ώστε να είναι έτοιμη να παράγει πετρέλαιο ή φυσικό αέριο. Στην ουσία, η ολοκλήρωση συνίσταται στην απόφαση σχετικά με τα χαρακτηριστικά του τμήματος εισαγωγής της γεώτρησης στον στοχευόμενο σχηματισμό υδρογονανθράκων. Υπάρχουν διάφοροι τύποι ολοκληρώσεων που έχουμε αναφέρει σε προηγούμενο κεφάλαιο, όπως:

- Ανοιχτής οπής
- Συμβατικές διάτρητες
- Μόνιμες
- Αυτές που αποκλείουν την άμμο
- Πολλαπλών ζωνών

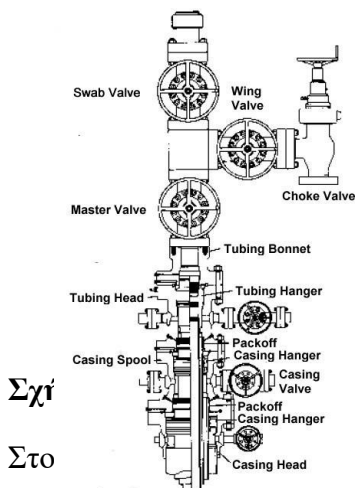
- Αποστράγγισης

4.4 Wellhead

Τα Wellheads μπορεί να είναι ξηρά ή υποθαλάσσια. Ξηρό σημαίνει ότι η γεώτρηση βρίσκεται στην ξηρά ή σε μια υπεράκτια εγκατάσταση. Οι υποθαλάσσιες γεωτρήσεις βρίσκονται κάτω από το πολφός σε ένα ειδικό πρότυπο βυθού.

Η κεφαλή της γεώτρησης αποτελείται από τεμάχια εξοπλισμού τοποθετημένα στο άνοιγμα για ρύθμιση και παρακολούθηση της εξαγωγής υδρογονανθράκων από τον υπόγειο σχηματισμό. Αποτρέπει επίσης τη διαρροή πετρελαίου ή φυσικού αερίου και αποτρέπει εκρήξεις λόγω σχηματισμών υψηλής πίεσης. Οι σχηματισμοί που βρίσκονται υπό υψηλή πίεση απαιτούν συνήθως κεφαλές που μπορούν να αντέξουν μεγάλη πίεση από τα αέρια και τα υγρά που διαφεύγουν. Αυτές πρέπει να αντέχουν πιέσεις έως 140 MPa (1400 Bar). Η γεώτρηση αποτελείται από τρία συστατικά: την κεφαλή του περιβλήματος, το κεφάλι σωληνώσεων και το «χριστουγεννιάτικο δέντρο».

Εδώ εμφανίζεται ένα τυπικό χριστουγεννιάτικο δέντρο που αποτελείται από μια κύρια βαλβίδα πύλης, ένα μανόμετρο, μια βαλβίδα πτέρυγας, μια βαλβίδα επιχρίσματος και ένα τσοκ. Το χριστουγεννιάτικο δέντρο μπορεί επίσης να έχει μια σειρά βαλβίδων ελέγχου. Οι λειτουργίες αυτών των συσκευών βρίσκονται παρακάτω.



Σχί

Στο ιε το Casing Head και το Casing Hanger. Η βαλβίδα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό των διαρροών στο περίβλημα, τη σωλήνωση ή τη συσκευασία και θα χρησιμοποιηθεί επίσης για την ανύψωση αερίου.

Το TubingHanger (ονομάζεται επίσης ντόνατ) χρησιμοποιείται για τη σωστή τοποθέτηση του σωλήνα. Η σφράγιση επιτρέπει επίσης την αφαίρεση του χριστουγεννιάτικου δέντρου με πίεση στο περίβλημα.

Mastergatevalve. Η κύρια βαλβίδα πύλης είναι βαλβίδα υψηλής ποιότητας. Παρέχει πλήρες άνοιγμα, πράγμα που σημαίνει ότι ανοίγει στην ίδια εσωτερική

διάμετρο με τη σωλήνωση, έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν εξειδικευμένα εργαλεία μέσω αυτού. Πρέπει να είναι σε θέση να διατηρεί την πλήρη πίεση με ασφάλεια για όλους τους αναμενόμενους σκόπους. Αυτή η βαλβίδα αφήνεται συνήθως πλήρως ανοιχτή και δεν χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της ροής.

To pressure gauge. Το ελάχιστο όργανο είναι ένα μανόμετρο τοποθετημένο πάνω από τη βαλβίδα κύριας πύλης πριν από τη βαλβίδα πτέρυγας. Επιπλέον, άλλα όργανα όπως η θερμοκρασία θα τοποθετηθούν κανονικά.

Wing valve. Η βαλβίδα πτέρυγας μπορεί να είναι βαλβίδα πύλης ή βαλβίδα σφαιρών. Κατά το κλείσιμο, η πύλη πτέρυγας ή η βαλβίδα χρησιμοποιείται κανονικά έτσι ώστε η πίεση του σωλήνα να μπορεί να διαβάζεται εύκολα.

Swab valve. Η βαλβίδα επιχρίσματος χρησιμοποιείται για να αποκτήσει πρόσβαση στη γεώτρηση για εργασίες καλωδίων, παρέμβαση και άλλες διαδικασίες επεξεργασίας, πάνω από αυτό είναι ένας προσαρμογέας δέντρου και ένα καπάκι που θα ταιριάζει με διάφορους εξοπλισμούς.

Variable flow choke valve. Η βαλβίδα τσοκ μεταβλητής ροής είναι συνήθως μια βαλβίδα μεγάλης βελόνας. Χρησιμοποιείται χάλυβας υψηλής ποιότητας για να αντέχει στη ροή υψηλής ταχύτητας λειαντικών υλικών που περνούν μέσα από το τσοκ, συνήθως για πολλά χρόνια, με μικρή ζημιά εκτός από το βέλος ή το κάθισμα.

Αυτό είναι ένα κάθετο δέντρο. Τα χριστουγεννιάτικα δέντρα μπορούν επίσης να είναι οριζόντια, όπου ο master, η πτέρυγα και το choke βρίσκονται σε οριζόντιο άξονα. Αυτό μειώνει το ύψος και μπορεί να επιτρέψει ευκολότερη παρέμβαση. Τα οριζόντια δέντρα χρησιμοποιούνται ειδικά σε υποθαλάσσιες γεωτρήσεις.

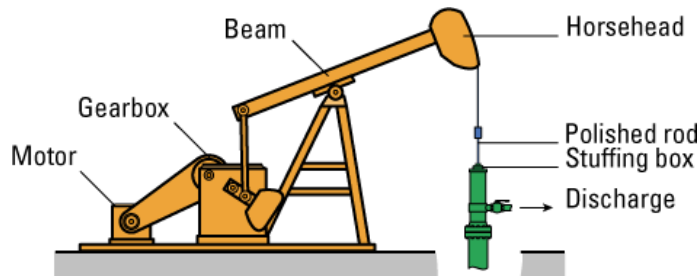
4.5 Τεχνητή ανύψωση

Οι γεωτρήσεις παραγωγής ρέουν ελεύθερα ή ανυψώνονται. Μια ελεύθερη ροή πετρελαίου έχει αρκετή πίεση προς τα κάτω για να φθάσει σε μια κατάλληλη πίεση παραγωγής και να διατηρήσει μια αποδεκτή ροή. Εάν η πίεση του σχηματισμού είναι πολύ χαμηλή και η έγχυση νερού ή αερίου δεν μπορεί να διατηρήσει την πίεση ή δεν είναι κατάλληλη, τότε η γεώτρηση πρέπει να ανυψωθεί τεχνητά. Για μικρότερες γεωτρήσεις, η πίεση 0,7 MPa (100 PSI) με μια στήλη υγρού στη σωλήνωση θεωρείται κανόνας για να επιτρέπεται η ροή. Τα μεγαλύτερες γεωτρήσεις θα είναι εξοπλισμένες με τεχνητή ανύψωση για αύξηση της παραγωγής ακόμη και σε πολύ υψηλότερες πιέσεις. Ορισμένες μέθοδοι τεχνητής ανύψωσης είναι:

- **Αντλίες ράβδων**

Οι αντλίες Sucker Rod, που ονομάζονται επίσης αντλίες γαϊδούρας ή αντλίες δέσμης, είναι το πιο κοινό σύστημα τεχνητής ανύψωσης που χρησιμοποιείται σε χερσαίες εργασίες. Ένας κινητήρας οδηγεί μια

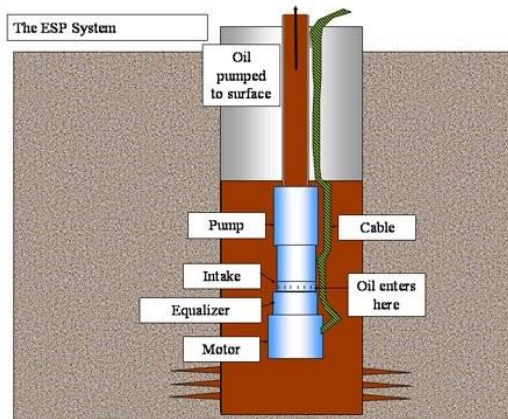
παλινδρομική δέσμη, συνδεδεμένη με μια γυαλισμένη ράβδο που περνά μέσα στη σωλήνωση μέσω ενός κουτιού γεμίσματος. Η ράβδος απορρόφησης συνεχίζει μέχρι τη στάθμη του πετρελαίου και συνδέεται με μια βαλβίδα.



Σχήμα 35.

- Αντλίες Downhole

Η αντλία Downhole εισάγει ολόκληρο το μηχανισμό άντλησης στη γεώτρηση. Σε σύγχρονες εγκαταστάσεις, εισάγεται μια ηλεκτρική βυθισμένη αντλία (ESP). Εδώ ολόκληρο το συγκρότημα που αποτελείται από έναν μακρύ στενό κινητήρα και μια πολυφασική αντλία, όπως ένα PCP (προοδευτική αντλία κοιλότητας) ή μια φυγοκεντρική αντλία, κρέμεται από ένα ηλεκτρικό καλώδιο με μέλη τάσης κάτω από τη σωλήνωση.

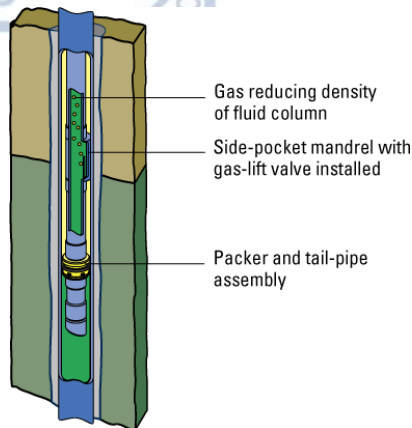


Σχήμα 36.

- Ανύψωση αερίου

Το Gas Lift εγχέει αέριο στη ροή της γεώτρησης. Η πίεση του ρεζερβουάρ κάτω πέφτει λόγω της αντίθετης πίεσης από το βάρος της στήλης πετρελαίου στη σωλήνωση. Έτσι, μια πίεση δεξαμενής 150 MPa στα 1600 μέτρα θα μειωθεί σε μηδενική πίεση κεφαλής εάν το ειδικό βάρος είναι 800

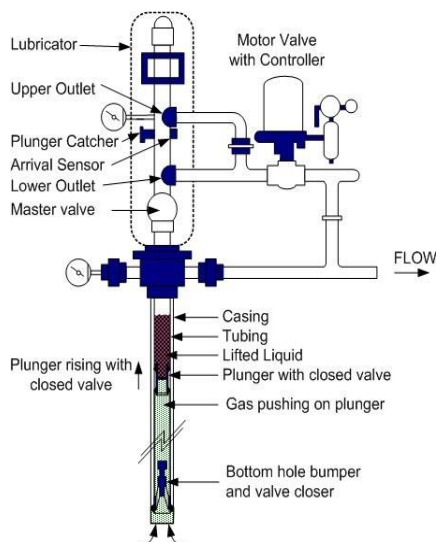
kg / m^3 , (0,8 φορές πολφός). Με την έγχυση αερίου σε αυτό το πετρέλαιο, το ειδικό βάρος μειώνεται και η γεώτρηση θα αρχίσει να ρέει.



Σχήμα 37.

- Ανύψωση εμβόλου

Ο ανελκυστήρας του εμβόλου χρησιμοποιείται συνήθως σε γεωτρήσεις αερίου χαμηλής πίεσης με κάποια πηγάρδια συμπυκνώματος, πετρελαίου ή νερού ή υψηλού λόγου πετρελαίου. Σε αυτήν την περίπτωση, οι συνθήκες ροής της γεώτρησης μπορούν να είναι τέτοιες ώστε το υγρό τελικά να μπλοκάρει το αέριο έτσι ώστε να σταματά η παραγωγή. Σε αυτήν την περίπτωση μπορεί να εισαχθεί ένα έμβολο με ανοιχτή ή κλειστή βαλβίδα στη σωλήνωση. Ένας συλλέκτης εμβόλου στο πάνω μέρος ανοίγει τη βαλβίδα και μπορεί να το συγκρατήσει, ενώ ένας άλλος μηχανισμός κάτω θα κλείσει τη βαλβίδα.

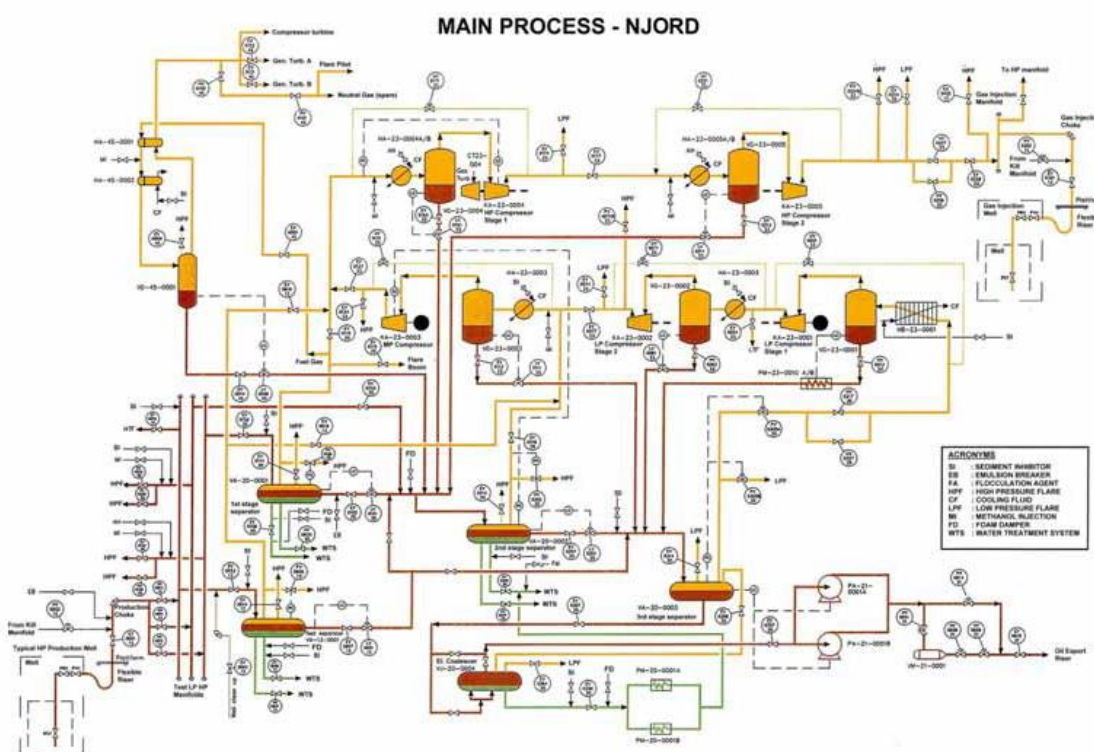


Σχήμα 38.

4.6 Η επεξεργασία πετρελαίου και φυσικού αερίου

Η διεργασία πετρελαίου και φυσικού αερίου είναι ο εξοπλισμός επεξεργασίας που παίρνει το προϊόν από τις πολλαπλές γεωτρήσεις και παρέχει σταθεροποιημένα

εμπορεύσιμα προϊόντα, με τη μορφή αργού πετρελαίου, συμπυκνωμάτων ή αερίου. Υπάρχουν επίσης στοιχεία της διαδικασίας για τη δοκιμή προϊόντων και τον καθαρισμό απορριμμάτων προϊόντων όπως το παραγόμενο πολφός. Η διαδικασία παραδείγματος μας, για το πλωτήρα StatoilHydro Njord εμφανίζεται στην επόμενη σελίδα. Πρόκειται για πλατφόρμα μεσαίου μεγέθους με παραγωγή 40-45.000 βαρέλια την ημέρα. Αυτή είναι η πραγματική παραγωγή, μετά το διαχωρισμό νερού και αερίου. Το σχετικό αέριο χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας επί του σκάφους και την επανέγχυση αερίου. Υπάρχει μόνομία αμαξοστοιχία διαχωρισμού και συμπίεσης αερίου. Το πολφός υφίσταται επεξεργασία και απελευθέρωση (θα μπορούσε επίσης να επανεγχυθεί). Αυτή η διαδικασία είναι αρκετά αντιπροσωπευτική για εκατοντάδες εγκαταστάσεις παρόμοιου μεγέθους και λείπει μόνο η πιο πλήρης επεξεργασία φυσικού αερίου και εξαγωγή φυσικού αερίου για να σχηματιστεί μια πλήρης εγκατάσταση παραγωγής φυσικού αερίου, η Njord στέλνει το πετρέλαιο μέσω ενός μικρού αγωγού σε έναν κοντινό πλωτήρα αποθήκευσης. Σε πλατφόρμες βάσης βαρύτητας, FPSO και χερσαίες εγκαταστάσεις, αυτή η αποθήκευση θα είναι μέρος της κύριας εγκατάστασης εάν το πετρέλαιο δεν διοχετεύεται απευθείας.



Σχήμα 39.

Δοκιμή διαχωριστών και δοκιμή φρεατίων

Διαχωριστές παραγωγής

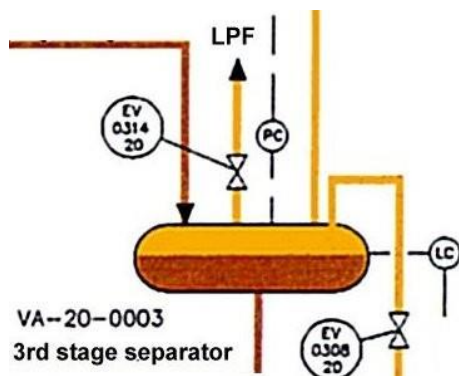
Διαχωριστής δεύτερου σταδίου

Ο διαχωριστής δεύτερου σταδίου μοιάζει αρκετά με τον διαχωριστή HP πρώτου σταδίου. Εκτός από την έξοδο από το πρώτο στάδιο, θα λάβει επίσης παραγωγή από γεωτρήσεις συνδεδεμένες στην πολλαπλή χαμηλής πίεσης. Η πίεση είναι τώρα περίπου 1 MPa (10 ατμόσφαιρες) και η θερμοκρασία κάτω από 100 βαθμούς C. Η περιεκτικότητα σε πολφός θα μειωθεί σε κάτω από 2%.

Ένας θερμαντήρας πετρελαίου θα μπορούσε να βρίσκεται μεταξύ του διαχωριστή πρώτου και δεύτερου σταδίου για την επαναθέρμανση του μείγματος πετρελαίου / νερού / αερίου. Αυτό θα διευκολύνει τον διαχωρισμό του νερού όταν η αρχική κοπή νερού είναι υψηλή και η θερμοκρασία είναι χαμηλή. Ο εναλλάκτης θερμότητας είναι συνήθως ένας τύπος σωλήνα / κελύφους όπου διέρχεται το πετρέλαιο μέσω σωλήνων σε ψυκτικό μέσο τοποθετημένο μέσα σε ένα εξωτερικό κέλυφος.

Διαχωριστής τρίτου σταδίου

Ο τελικός διαχωριστής εδώ είναι ένας διαχωριστής δύο φάσεων, που ονομάζεται επίσης flash-drum. Η πίεση τώρα μειώνεται σε ατμοσφαιρική πίεση (100 kPa) έτσι ώστε τα τελευταία συστατικά αερίου να βράσουν. Σε ορισμένες διαδικασίες όπου η αρχική θερμοκρασία είναι χαμηλή, ίσως χρειαστεί να θερμανθεί ξανά το για να επιτευχθεί καλός διαχωρισμός των βαριών συστατικών. Υπάρχουν επίπεδα ελέγχου στάθμης και πίεσης.



Σχήμα 41.

Συγκολλητής

Μετά τον διαχωριστή τρίτου σταδίου, το πετρέλαιο μπορεί να πάει σε έναν κομπρέσο για την τελική απομάκρυνση νερού. Σε αυτή τη μονάδα η περιεκτικότητα σε πολφός μπορεί να μειωθεί κάτω από 0,1%. Ο συνενωτής γεμίζει εντελώς με υγρό: πολφός στο κάτω μέρος και πετρέλαιο στην κορυφή. Τα εσωτερικά ηλεκτρόδια σχηματίζουν ένα ηλεκτρικό πεδίο για τη διάσπαση επιφανειακών δεσμών μεταξύ αγωγίμου νερού και απομόνωσης πετρελαίου σεγαλάκτωμα νερού -πετρελαίου. Οι πλάκες πεδίου του συνενωτή είναι γενικά

χάλυβες, μερικές φορές καλύπτονται με διηλεκτρικό υλικό για την αποφυγή βραχυκυκλωμάτων. Η κρίσιμη ισχύς πεδίου στο πετρέλαιο κυμαίνεται από 0,2 έως 2 kV / cm. Η ένταση και η συχνότητα του πεδίου, καθώς και η διάταξη πλέγματος συμπύκνωσης είναι διαφορετική για διαφορετικούς κατασκευαστές και τύπους πετρελαίου.

Επεξεργασία νερού

Σε μια εγκατάσταση, όταν η κοπή νερού είναι υψηλή, θα υπάρχει τεράστια ποσότητα παραγόμενου νερού.

Οι περιβαλλοντικοί κανονισμοί στις περισσότερες χώρες είναι αρκετά αυστηροί. Επίσης θέτουν όρια σε άλλες μορφές ρύπων. Αυτό σημαίνει ακόμη και ένα βαρέλι πετρελαίου την ημέρα για την παραγωγή, οι μικροσκοπικές σταγόνες πετρελαίου διασπώνται γρήγορα από φυσικά βακτήρια.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ / ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας ήταν ο σχεδιασμός γεωτρήσεων για την ανάπτυξη και την παραγωγή κοιτασμάτων υδρογονανθράκων. Περιλαμβάνει τέσσερα βασικά Κεφάλαια τα οποία είναι η Εισαγωγή γεωτρητικών ρευστών, η Σωλήνωση και η Τσιμέντωση των γεωτρήσεων, η Τεχνολογία των κοπτικών άκρων και η διαδικασία Παραγωγής πετρελαίου και φυσικού αερίου. Μαζί με τα υποκεφάλαια των παραπάνω, ολοκληρώθηκε το εύρος του θέματος της διπλωματικής εργασίας.

Όπως έχει γίνει αντιληπτό το πετρέλαιο αποτελεί ένα πολύ μεγάλο και σημαντικό κομμάτι στην ζωή του ανθρώπου τόσο για βιοποριστικούς όσο και για οικονομικούς λόγους. Χρησιμοποιείται για πολλές χιλιάδες χρόνια. Σε περιοχές όπου αυτό βρίσκεται σε ρηχούς ταμιευτήρες, μπορεί να αναπτυχθούν φυσικές διαρροές αργού πετρελαίου ή φυσικού αερίου και λίγο πετρέλαιο θα μπορούσε απλώς να συλλεχθεί από δεξαμενές διαρροής ή πίσσας. Ιστορικά, γνωρίζουμε ιστορίες αιώνιων πυρκαγιών όπου το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο διαρρέουν και καίγονται. Ένα παράδειγμα [1000 π.Χ.] είναι η περιοχή όπου χτίστηκε το περίφημο μαντείο των Δελφών. Οι Κινέζοι το 500 π.Χ. επίσης χρησιμοποιούν φυσικό αέριο.

Όμως, μόλις το 1859 ο «Συνταγματάρχης» Έντουιν Ντρέικ έκανε την πρώτη επιτυχημένη γεώτρηση πετρελαίου, με μοναδικό σκοπό την εύρεση πετρελαίου. Το Drake Well βρισκόταν στη μέση μιας ήσυχης αγροτικής περιοχής στη βορειοδυτική Πενσυλβανία και ξεκίνησε τη διεθνή αναζήτηση βιομηχανικής χρήσης πετρελαίου.

Σύντομα, το πετρέλαιο είχε αντικαταστήσει τα περισσότερα άλλα καύσιμα για χρήση στις μετακινήσεις. Η αυτοκινητοβιομηχανία αναπτύχθηκε στα τέλη του 19^{ου} αιώνα και γρήγορα υιοθέτησε αυτό το καύσιμο. Οι βενζινοκινητήρες ήταν απαραίτητοι για τον σχεδιασμό επιτυχημένων αεροσκαφών. Τα πλοία που κινούνταν με πετρέλαιο μπορούσαν να κινηθούν έως και δύο φορές ταχύτερα από αυτά με καύση άνθρακα, ένα ζωτικό στρατιωτικό πλεονέκτημα. Τότε, το αέριο καιγόταν με πυρσούς ή αφηνόταν στο υπέδαφος.

Παρά τις προσπάθειες μεταφοράς φυσικού αερίου ήδη από το 1821, μόλις μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο οι τεχνικές συγκόλλησης, η κύλιση των σωλήνων και οι μεταλλουργικές εξελίξεις επέτρεψαν την κατασκευή αξιόπιστων αγωγών μεγάλων αποστάσεων, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη της βιομηχανίας φυσικού αερίου. Ταυτόχρονα, η βιομηχανία πετροχημικών με τα νέα πλαστικά υλικά της, αύξησε γρήγορα την παραγωγή. Ακόμη και σήμερα, η παραγωγή φυσικού αερίου κερδίζει μερίδιο αγοράς καθώς το LNG παρέχει έναν οικονομικό τρόπο μεταφοράς του φυσικού αερίου ακόμη και από τις πιο απομακρυσμένες τοποθεσίες.

Σύμφωνα με τα παραπάνω καταλαβαίνουμε πως ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη των γεωτρήσεων με σκοπό την εξόρυξη και την εκμετάλλευση πετρελαίου είναι απαραίτητοι παράγοντες.

Στα γεωτρητικά ρευστά η σύνθεση του υγρού γεώτρησης είναι σημαντικός παράγοντας καθώς ένα υγρό γεώτρησης αποτελείται από το βασικό υγρό, την διασπορά στερεών και τα διαλυμένα στερεά. Οι στόχοι των ειδικών ρευστών γεώτρησης είναι ο ταχύτερος ρυθμός διείδυσης και η προστασία των ζωνών παραγωγής. Πρέπει να είναι γνωστό πως χρησιμοποιούνται λάσπες που έχουν βάση τον ασβέστη, το νερό, γαλακτώματα, το πετρέλαιο καθώς και ανεσταλμένες λάσπες βάση γύψου και αλμυρού νερού. Αυτές χρησιμοποιούνται επειδή:

- Σχηματίζουν στα τοιχώματα της γεώτρησης λεπτό προστατευτικό επίστρωμα το οποίο φράζει τις ρωγμές των πετρωμάτων και αυξάνει τη συνοχή τους ώστε να αποφεύγονται οι καταπτώσεις.
- Η υδροστατική πίεση που ασκείται στα τοιχώματα της γεώτρησης είναι μεγαλύτερη με αποτέλεσμα να συγκρατούνται καλύτερα τα τοιχώματα και να εμποδίζεται η εισροή νερού από τα υδροφόρα στρώματα στη γεώτρηση ή εισροή υδρογονανθράκων από τους ταμιευτήρες.
- Λόγω μικρότερου ειδικού βάρους από τον πολφό και μεγαλύτερου ιξώδους, έχουν τη δυνατότητα να ανεβάζουν στην επιφάνεια της γεώτρησης πολύ πιο μεγάλα και βαριά θρύμματα.
- Επιτυγχάνεται καλύτερη λίπανση της διατρητικής στήλης. Στα μειονεκτήματα μπορεί να περιληφθεί το κόστος, η ρύπανση του χώρου που προκαλεί η χρησιμοποίησή του και η ανάγκη χρησιμοποίησης ειδικού εξοπλισμού ανάμιξής του με το πολφός (αναμικτήρα).

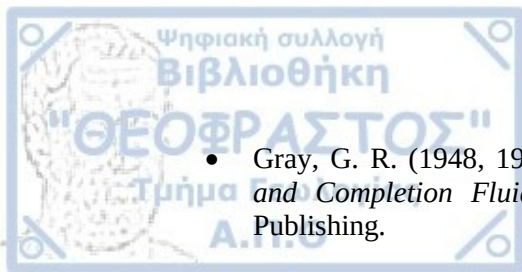
Τέλος, τα κοιτάσματα πετρελαίου και φυσικού αερίου αφορούν:

- Τα συμβατικά κοιτάσματα, που ως επί το πλείστον, πετρέλαιο και φυσικό αέριο παγιδεύονται μαζί, υπάρχουν όμως περιπτώσεις που αυτά διαχωρίζονται, διαμορφώνοντας κοιτάσματα που περιέχουν κυρίως το ένα ή το άλλο. Εάν ο ταμιευτήρας του κοιτάσματος βρίσκεται σε βάθος μεγαλύτερο από τρία μίλια, το υγρό πετρέλαιο μπορεί να «παραψηθεί», αφήνοντας μόνο το φυσικό αέριο. Η πίεση που επικρατεί στον ταμιευτήρα προκαλεί άνοδο με την όρυξη γεώτρησης. Με την πρόοδο της παραγωγής στον ταμιευτήρα μειώνεται η πίεση και επιβάλλεται η χρήση άλλων μεθόδων για την ανάκτηση του υπόλοιπου των υδρογονανθράκων. Οι υδρογονάνθρακες που μπορούν να έρθουν στην επιφάνεια ονομάζονται «ανακτήσιμοι».
- Τα μη συμβατικά κοιτάσματα, τα οποία αφορούν πετρέλαιο ή φυσικό αέριο που παράγεται ή εκχυλίζεται χρησιμοποιώντας τεχνικές διαφορετικές από τις συμβατικές μεθόδους. Μη συμβατικές πηγές πετρελαίου περιλαμβάνουν τις άμμους πετρελαίου ή πίσσας, τους σχιστόλιθους, το σχιστολιθικό φυσικό αέριο, το μεθάνιο από κλίνες άνθρακα και τους υδρίτες μεθανίου.
- Το αργό πετρέλαιο, στη φυσική του μορφή είναι υγρό με μαύρο χρώμα και έντονη οσμή. Είναι ελαφρύτερο από τον πολφό, έχει υψηλό ιξώδες και μπορεί να είναι και εύφλεκτο. Αυτό μπορεί να χαρακτηριστεί είτε ως «γλυκό», είτε ως «ξινό», με βάση την περιεκτικότητα του σε θείο.
- Το πετρέλαιο, είναι εξ' ορισμού, ένα πολύπλοκο μείγμα υδρογονανθράκων που συσσωρεύεται φυσικά στα υπεράκτια πετρώματα.
- Το φυσικό αέριο, είναι ένα μίγμα υδρογονανθράκων, το οποίο βρίσκεται σε αέρια φάση σε κανονικές συνθήκες. Είναι ελαφρύτερο από τον αέρα, άοσμο, άχρωμο και πολύ εύφλεκτο. Συνήθως, στο φυσικό αέριο, προστίθενται χημικές ουσίες που του προσδίδουν οσμή, ώστε να μπορούν ευκολότερα να αντιμετωπίσουν τυχόν διαρροές.
- Ο γαιάνθρακας, είναι ένα στερεό με σκληρή υφή και μαύρο χρώμα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο. Οι κυριότερες μορφές γαιάνθρακα είναι ο ανθρακίτης, οι βιτουμενιούχοι άνθρακες και ο λιγνίτης. Ο οπτάνθρακας [κοκ] παρασκευάζεται από βιτουμενιούχους άνθρακες με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά.

Βιβλιογραφία

Κύριο κείμενο

- Baker Hughes. (1995). *Drilling Engineering Workbook*. Houston.
- Butterworth-Heinemann. (1999). *Shale Shakers and Drilling Fluid Systems*. Houston, USA: Gulf Publishing Company.
- Elsevier's Science & Technology Rights Department in Oxford, UK. (2005). *Drilling Fluids Processing Handbook*. Oxford, UK: Gulf Professional Publishing.



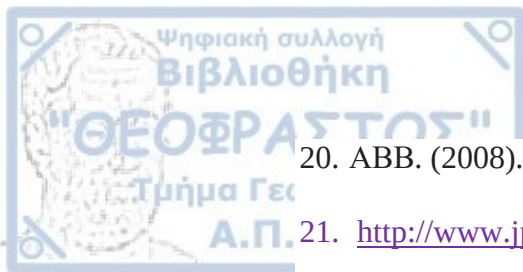
- Gray, G. R. (1948, 1953, 1963 and 1988). *Composition and Properties of Drilling and Completion Fluids* (Fifth Edition εκδ.). Houston, USA: Gulf Professional Publishing.
- Institut Francais du Petrole Publications. (1999). *drilling data handbook* (seventh edition εκδ.). Paris: Edition Technip.
- International Human Development Corporation. (1985). *Theory and Application of Drilling Fluid Hydraulics*. Boston, USA: D. Reidel Publishing Company.
- J. A. "Jim" Short. (1983). *DRILLING a source book on oil and gas well drilling from exploration to completion*. Tulsa, Oklahoma, USA: Pennwell Publishing Company.
- Ken Fraser, J. P. (1991). *Managing Drilling Operations*. Essex, NY, England, USA: Elsevier Applied Science.
- ABB. (2008). *Oil and Gas production Handbook*. Havard Devold
- PetrowikiBOPandChristmasTree,SPE,http://petrowiki.org/Glossary%3ABOP&http://petrowiki.org/Glossary%3AChristmas_tree
- Vujasinovic A. « How Blowout Preventers Work» , (NL Shaffer) SPE 15795-PA, Journal ofPetroleum Technology, Volume 38,Issue 09, September1986
- Thermtech,2014.TheThermomechanicalCuttingsCleaner.
- Norwegian Oil and Gas, 2013. Recommended Guidelines for Waste Management in theOffshoreIndustryNo.:093.
- Seaton, S.,& Hall J. 2005. Recovery of Oil From Drilled Cuttings by Liquefied GasExtraction.PaperSPE 92963
- ΔιπλωματικήΕργασία«Βιομηχανικήασφάλειαστιςυπεράκτιεςεγκαταστάσειςέρεινναςκαιεκμετάλλευσηςυδρογονανθράκων» Σουρλίγκας Σταύρος, 2018
- Διπλωματική Εργασία «Θερμομηχανικές τεχνικές επεξεργασίας και διαχείρισης τωνγεώτρησηςστιςπλωτέςμονάδεςξόρυξηςυδρογονανθράκωνανοιχτήςθαλάσσης», ΔημήτριοςΙ.Καμπούρογλου, 2018
- Attia,M.,Elsorafy,W.&D'Angelo,S.2010,"Newengineered approach to replace oil based fluids with high performance water-based fluids in Mediterranean Sea", North Africa Technical Conference and Exhibition 2010, NATC 2010 - Energy Management in aChallenging Economy
- Wikipedia,Drillingrisers»,https://en.wikipedia.org/wiki/Drilling_riserRisersatWikipedia
- Total,2014.OilandGasdrilling:Drilling Fluids.
- Wait, S.T. & Thomas, D. 2003, "The Characterization of Base Oil Recovered From the LowTemperature Thermal Desorption of Drill Cuttings", SPE/EPA Exploration and ProductionEnvironmentalConference
- ΚΑΣΙΝΗΣ, Σ. (2015). *Περί Πετρελαίου και Φυσικού Αερίου*. Λαγκωσία: KASSINIS INTERNATIONAL CONSULTING.
- <http://www.geo.auth.gr/courses/ggg/ggg875e/>
- <https://deyai.gr/wp-content/uploads/2020/11/02->
- <http://www.mlsi.gov.cy/>
- <http://www.ergondrill.gr/>
- www.glossary.oilfield.slb.com
- <https://drillingfluid.org/>
- www.drillingmanual.com
- <http://www.drillingformulas.com/>
- <http://www.drillingformulas.com/>



- www.glossary.oilfield.slb.com
- <http://petroleumandgasengineering.blogspot.com/>
- <https://petrowiki.spe.org/PetroWiki>
- <https://commons.wikimedia.org/wiki/>
- <https://www.sciencedirect.com/>
- <https://el.wikipedia.org/wiki/>
- <https://www.scopus.com/>
- <https://www.slb.com/>
-

Εικόνες

1. <http://www.en.wikipedia.org>
2. www.berthold.com
3. <http://www.drillingfluid.org>
4. <http://www.agushoe.wordpress.com>
5. www.eco-logicevironmental.com
6. [ww.crodaoilandgas.com](http://www.crodaoilandgas.com)
7. www.netwasgroup.us
8. <http://www.lin-tech.ch/>
9. <http://www.retaigroup.com/>
10. <http://www.revataengineering.com/>
11. www.sme.gr
12. <http://www.arthurproducts.com>
13. <http://www.petrowiki.org>
14. <http://www.Saixuanseals.en.made-in-china.com>
15. <http://www.wisconsinmetaltch.com>
16. <http://www.bestdrillingbits.com>
17. <http://www.commons.wikimedia.org>
18. ABB. (2008). Oil and Gas production Handbook. Havard Devold
19. ABB. (2008). Oil and Gas production Handbook. Havard Devold



20. ABB. (2008). Oil and Gas production Handbook. Havard Devold

21. <http://www.jpt.spe.org>

22. www.rigzone.com

23. www.rigzone.com

24. www.akersolutions.com

25. www.fxempire.com

26. www.croftsystems.net

Σχήματα

1. www.slb.com

2. www.slideshare.net

3. www.ScienceDirect.com

4. www.sciencedirect.com

5. www.agushoe.wordpress.com

6. www.drillingmanual.com

7. www.schoolsciencekits.com

8. www.sciencedirect.com

9. www.bioproglobal.com

10. www.petrowiki.spe.org

11. <http://www.fekete.com/>

12. <http://www.drillingformulas.com/>

13. <http://www.drillingformulas.com/>

14. www.glossary.oilfield.slb.com

15. www.drillingformulas.com

16. www.slb.com

17. www.researchgate.net



18. <http://www.casingcentralizer.com/>

19. www.greasebook.com

20. www.petroleumandgasengineering.blogspot.com

21. <http://petroleumandgasengineering.blogspot.com/>

22. www.rigworker.com

23. <http://petroleumandgasengineering.blogspot.com/>

24. tml.jp

25. <http://petroleumandgasengineering.blogspot.com/>

26. www.sciencedirect.com

27. www.link.springer.com

28. www.researchgate.net

29. www.drillingformulas.com

30. www.gilsonitesale.com

31. en.wikipedia.org

32. ABB. (2008). Oil and Gas production Handbook. Havard Devold

33. commons.wikimedia.org

34. ABB. (2008). Oil and Gas production Handbook. Havard Devold

35. ABB. (2008). Oil and Gas production Handbook. Havard Devold

36. ABB. (2008). Oil and Gas production Handbook. Havard Devold

37. ABB. (2008). Oil and Gas production Handbook. Havard Devold

38. ABB. (2008). Oil and Gas production Handbook. Havard Devold

39. ABB. (2008). Oil and Gas production Handbook. Havard Devold

40. ABB. (2008). Oil and Gas production Handbook. Havard Devold

41. ABB. (2008). Oil and Gas production Handbook. Havard Devold

