

2016

Shale Formation



Khosrow Karimi

2016

Contents

Section A: Shale Mechanical Stabilization.....	8
بخش الف: پایداری مکانیکی شرف	8
A.1.0 Shale instability forms and variety of problems while drilling:.....	9
الف 1.0 : فرم های ناپایداری شرف و مشکلات گوناگون آن در طول حفاری:	9
A.1.1 Fill and bridges: الف 1.1 پر شدن و ایجاد مانع:.....	9
A.1.2 Ineffective hole cleaning: الف 1.2 تمیزی کردن بیهوده چاه:.....	9
A.1.3 Stuck pipe: الف 1.3 گهی کردن لوله ها:.....	9
A.1.4 Increased hole volume: الف 1.4 افزایش حجم چاه:.....	9
A.1.5 Logging difficulties: الف 1.5 مشکلات نمودار گهی:.....	9
A.2.0 Wellbore drilling terms: الف 2.0 : دوران حفاری حفره چاه:.....	9
A.2.1 Sloughing, running, heaving: الف 2.1 ریزش کردن، راندن، تورم:.....	10
A.2.2 Mud making shale's, gumbo, bentonitic swelling, and plastic flow:.....	10
الف 2.2 سرفک پر شده از شرف، گامبو، متورم شدن بنتونیتی، و جرفک پلاستیکی	10
A.2.3 Fractured shale's: الف 2.3 شرفهای شکافدار:.....	10
A.2.4 Pressured shale's, gas-bearing sands: الف 2.4 شرفهای فشرده، ماسه های گازدار:.....	10
A.3.0 Sloughing: الف 3.0 ریزش کردن:.....	10
A.3.1 Induced sloughing: الف 3.1 ریزش برانگیخته شده:.....	10
A.4.0 Heaving: الف 4.0 ورم کردن:.....	11
A.5.0 Spalling: الف 5.0 خرد شدن/درهم شکری:.....	11
A.6.0 The subsurface stresses: الف 6.0 تنش های زیر سطحی:.....	11
A.6.1 Overburden pressure: الف 6.1 فشار طبقات بالایی/فشار پوشند:.....	11
A.6.2 Pore pressure, Po: الف 6.2 فشار منفذ:.....	11
A.6.3 Matrix stress, σ : الف 6.3 تنش خمیه/تنش مترکس:.....	12
A.6.4 Wellbore stress: الف 6.4 تنش حفره چاه:.....	12
A.7.0 Factors involved in shale instability from physical causes:.....	13
الف 7.0 عواملی فیزیکی که در ناپایداری شرف درگی هستند:	13
A.7.1 Density: الف 7.1 وزن:.....	13
A.7.2 Erosion: الف 7.2 خوردگی:.....	13
A.7.3 Pressure surges/swabs: الف 7.3 فشار موجی (کوبشی)/مکشها:.....	13
A.7.4 Direct contact: الف 7.4 تماس مستقیم:.....	13
A.7.5 Fluid invasion: الف 7.5 هجوم سرفک:.....	13

Sction B: Chemical Inhibition.....	14
بخش بی: بازدارندگی شکرکلیبی.....	14
B.1.0 These changes in rock properties inevitably result in many problems:	15
بی 1.0 این تغییرات درخواص صخره بدون شک منجر به مشکلات فراوانی می شوند:	15
B.2.0 The magnitude of dispersion problem depends on:	15
بی 2.0 اهمیت مشکل پخش شوندگی به موارد زی مرتبط می شود:	15
B.2.1 Type of formation: بی 2.1 نمونه سازند بی.....	15
B.2.2 Type of drilling fluid: بی 2.2 نمونه های گل حفاری:.....	15
B.3.0 Field practices to minimize problems from unstable formations:.....	16
بی 3.0 عملیات میدانی برای کاهش مسائل حاصل از سازندهای ناپایدار:	16
B.3.1 Density control: بی 3.1 کنترل وزن:.....	16
B.3.2 Rheology: بی 3.2 رئولوژی:.....	16
B.3.3 Fluid loss: بی 3.3 هزرز روی صاف آب:.....	16
B.3.4 Hole deviation: بی 3.4 چاه انحرافی:.....	16
Section C: Shale Stability Problems for the Man in the Field	17
بخش سی: مشکلات پایکاری شرک برای افراد در منطقه.....	17
C.1.0 Introduction معرفی 1.0 سی	18
C.2.0 Shale Types and Associated Drilling Problems	18
سی 2.0 انواع شرک ها و مسائل حفاری وابسته به آنها.....	18
C. 3.0 Class "A" Shales: سی 3.0 شرک های کلاس آ:.....	21
C. 4.0 Drilling problems in Class "A" Shales:.....	21
سی 4.0 مشکلات حفاری در شرکهای کلاس آ:.....	21
C.4.1 Hole closure: سی 4.1 بستن چاه.....	21
C.4.2 Hole enlargement: سی 4.2 گسترش چاه.....	22
C.4.3 Sticky cuttings: سی 4.3 کنده های چسبیده.....	22
C.5.0 Class "B" SHALES: : شرک های کلاس بی:	22
C.6.0 Drilling problems in Class B shales are:	22
سی 6.0 مشکلات حفاری در شرک های کلاس بی:	22
C.6.1 Hole closure: سی 6.1 مسدود شدن چاه.....	22
C.6.2 Hole enlargement: سی 6.2 گسترش چاه.....	23
C.6.3 Bit balling: سی 6.3 شدن مته توپی	23
C.7.0 Class "C" Shale: : سی 7.0 شرکهای کلاس سی:	23

C.7.1 Hole closure چاه مسدود شدن	سری 7.1	23
C.7.2 Cavings ها	سری 7.2 ریش	23
C.7.3 Dispersion	سری 7.3 پاشیدن	24
C.8.0 CLASS"D" SHALES:	سری 8.0 شطه های کلاس دی:	24
C.8.1 Cavings ها	سری 8.1 ریش	24
C.9.0 CLASS"E" SHALES:	سری 9.0 شطه های کلاس ای:	25
C.9.1 Hole collapsesd	هم آمدن چاه 9.1	25
Section D: Shale-Water Interactions		26
بخش دی: فعل و انفعالات شطه و آب		26
D.1.0 How Does Water Get into Shale?	دی 1.0 چگونه آب وارد شطه میشود?	27
D.1.1 Diffuse	دی 1.1 نفوذ و انتشار	28
D.1.2 Convection (Differential Pressure)	دی 1.2 قرار داد (اختلاف فشار)	28
D.1.3 Suction and Expulsion of Fluid by Changes in Rock Stress		29
دی 1.3 مکش و اخراج شطه با تغییرات در تنش صخره		29
D.2.0 What Does Water Do??	دی 2.0 آب چکار می کند؟	29
D.2.1 The Electrical Double Layer	دی 2.1 لایه های دوتایی الکتریکی	30
D.2.2 Cation Exchange	دی 2.2 تبادل کاتون	30
D.3.0 Salinity & Specific Ion Effects	دی 3.0 شوری و اثرات مخصوص یون	31
Section E. How Different Mud Components Work		34
بخش ای: چگونه ترکیبات گوناگون شطه حفاری کار می کنند		34
E.1.0 Water Based Muds	ای 1.0 سطلات حفاری پایه آبی	35
E.1.1 Salts	ای 1.1 نمکها	35
E.1.2 Polymers	ای 1.2 پلیمرها	36
a. Partially hydrolysed polyacrylamide (PHPA)	الف. پی اچ پی	36
b. Xanthan Gum	ب. گوانتان گام	37
c. Cellulose Derivatives	ث. مشتقات سلولز	37
d. Starch	د. نشاسته	37
e. Thinners	ذ. رقیق کننده ها	38
E.1.3 Particulate Additives	ای 1.3 مواد مخصوص	38
b. Lime	ب. آهک	38
c. Gilsonite, asphalts and derivatives	ث. گلسونیت، آسفالتها و مشتقات آنها	39
E.1.4 New Mud Additives	ای 1.4 مواد افزودنی جدی شطه حفاری	39

a. Glycols and glycerols	سرولز و گلی و گلی	39
b. EO/PO Copolymers	کوپالمرهای اتیلن گلیکول/پروپیلن گلیکول	40
c. Glycol Ethers	گلیکولهای اتری	42
d. Glycerol	سرول	42
e. Cationic Polymers	ذ. پالمرهای کاتیونیک	43
E.1.4 Oil Based Muds	ای 1.0 سرولات حفاری پایه روغری	45
Section F: Mud Selection and Planning		46
بخش اف: انتخاب سرک حفاری و برنامه ریزی آن		46
F.1.0 Steps in the Planning Process	اف 1.0 قدم هایی در فرآیند انجام طراحی	47
F.1.1 Define the objectives of the well	اف 1.1 شرح واقعیتی از چاه	47
F.1.2 Collect and Analyse Offset Data	اف 1.2 جمع آوری و تحلیل داده های مجاور	48
F.1.3 Obtain and Characterise Shale Samples	اف 1.3 احراز و توصیف نمونه های شل	48
F.1.4 Laboratory Inhibition Tests	اف 1.4 بررسی های آزمایشگاهی بازدارندگی	49
F.1.5 Optimise Drilling Practices	اف 1.5 بهینه سازی تمرعات حفاری	51
F.1.6 Communicating Potential Problems and Remedial Actions		52
F.1.6 Communicating Potential Problems and Remedial Actions	اف 1.6 ارتباط دادن مشکلات بالقوه و روش های درمان آنها	52
F.1.7 Establish a Review Mechanism	اف 1.7 ایجاد کردن یک مکانیسم بازنگری	53
Section G: SHALE PROBLEMS AT THE RIG SITE		54
بخش جی: مشکلات شل در محل دکل حفاری		54
G.1.0 Tight Hole	جی 1.0 چاه تنگ	55
G.2.0 Soft Cuttings, Cuttings Dispersion and Gumbo		56
G.2.0 Soft Cuttings, Cuttings Dispersion and Gumbo	جی 2.0 کنده های نرم، پاشیدن کنده ها و گامبو	56
G.3.0 Cavings and Hole Fill	جی 3.0 رگش ها و پر شدن چاه	57
G.4.0 Changes in Mud Properties	جی 4.0 تغییرات در خواص سرک حفاری	58
G.5.0 Rig site Inhibition Tests	جی 5.0 آزمایشات بازدارندگی در محل دکل	59
Section H: FUTURE TECHNOLOGY NEEDS		60
بخش اچ: تکنولوژی مورد احتیاج آینده		60
H.1.0 Shale/Salt Interactions	اچ 1.0 تائجات متقابل نمک و شل	61
H.2.0 Linking Chemical & Mechanical Behaviour		61
H.2.0 Linking Chemical & Mechanical Behaviour	اچ 2.0 پیوند دادن رفتار شیمیایی و مکانیکی	61
H.3.0 Glycols	اچ 3.0 گلی کول ها	61
H.4.0 Brittle Shales	اچ 4.0 شل های ترد	62

H.5.0 Fractured Shales چ 5.0 شرف های ترک دار	62
H.6.0 Fluid Loss Control in Shales چ 6.0 کنترل هرزروی صاف آب در شرف ها	62
• Semi-permeable membrane: تراوا: غشای نیمه تراوا	62
• Non-wetting fluids: سرفلهای غی تر کننده:	63
• Cementing the formation: سرفمان کاری سازند:	63
• Emulsions. امولسیون ها:	63
H.7.0 Mud and Shale Monitoring at the Rig site	63
چ 7.0 نظارت کردن بر سرفله حفاری و شرف در محل دکل حفاری	63
Section I: Refrences	64
بخش آی: منابع	64

THE SHALE FORMATION

سازند شیل

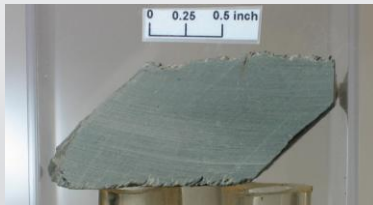
Shale



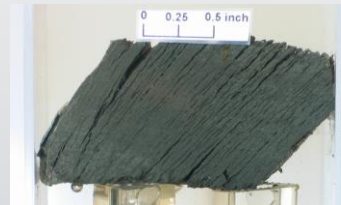
Oil Shale



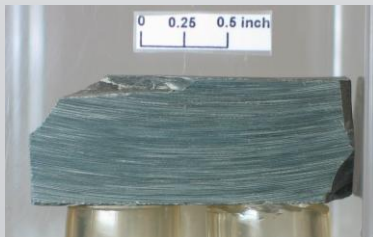
Shale



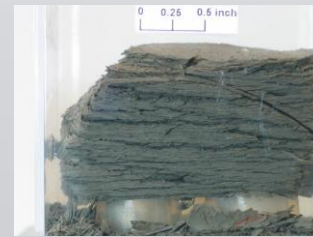
Barbados Shale Dry Sample



Barbados Shale in 10.8 ppg CaCl2 (24 hrs)



Fortune Bay Dry Sample



Fortune Bay 24 hrs in Fresh water

Section A: Shale Mechanical Stabilization

بخش الف: پایداری مکانیکی شیل

Shales make up the majority of drilled formations and cause most wellbore instability problems, ranging from washout to complete collapse of the hole. Shale's are fine grained sedimentary rocks composed of clay, silt, and, in some cases, fine sand.

شیلها بخش اعظم سازندهای حفاری شونده را تشکیل می دهند و هنگام حفاری اکثر مشکلات نا پایداری حفره ی چاه از قبیل آب بردگی تا هم آمدگی کامل حفره چاه را سبب می شوند. شیلها سخره های رسوبی هستند که از دانه های بسیار ریز تشکیل یافته اند و ترکیبی از رس (clay)، گلماسه (silt)، و در بعضی حالات ماسه ریز (fine sand)، می باشند.

Shale types range from clay rich gumbo (relatively weak) to shaly siltstone (highly cemented) and have in common the characteristics of extremely low permeability and a high proportion of clay minerals. Drilling over balanced through a shale formation with a WBF allows drilling fluid pressure to penetrate the formation.

انواع شیلها بترتیب از رسهای غنی شده ی گامبو (نسبتاً ضعیف) (clay rich gumbo) تا سنگ گلماسه شیلی (shaly siltstone) به سختی سیمانی شده (highly cemented) می باشند و عموماً مشخصاتی مانند نفوذ پذیری بسیار پایین داشته و مملو از کانی های رسی با نسبت های فراوان می باشند. حفاری کردن یک سازند شیل بصورت نا متعادل (over balanced) با یک سیال حفاری پایه آبی اجازه می دهد که فشار سیال حفاری به درون سازند نفوذ کند.

Because of the saturation and low permeability of the formation, the penetration of a small volume of mud filtrate into the formation causes a considerable increase in pore fluid pressure near the wellbore wall.

بعلت سیر بودن و نفوذ پذیری پایین سازند، نفوذ حجم کوچکی از صافاب به درون سازند باعث افزایش قابل ملاحظه ای در فشار مایع درون منفذ در نزدیکی دیواره حفره چاه می شود.

The increase in pore fluid pressure reduces the effective mud support, which can cause instability. Several polymer WBF systems have made shale inhibition gains on OBFs and SBFs through the use of powerful inhibitors and encapsulations that help prevent shale hydration and dispersion.

افزایش در فشار مایع منفذ تاثیر حمایتی سیال حفاری را کاهش می دهد، که آن عمل میتواند باعث ناپایداری گردد. تعدادی از سیستمهای پالیمری سیالات حفاری پایه آبی با استفاده از مواد بازدارنده (inhibitors) قوی و قلاف سازها (encapsulations) باعث میشوند که بازدارندگی (inhibition) شیلی آنها افزایش یابد، که این امر به جلوگیری از جذب آب (hydration) توسط شیل و پاشیدگی آن کمک فراوانی میکند. اینگونه سیالات حفاری پایه آبی تقویت شده جایگزین های مناسبی برای سیالات پایه روغنی OBFs و سیالات مرکب از مواد مصنوعی SBFs می باشند.

A.1.0 Shale instability forms and variety of problems while drilling:

الف 1.0 : فرم های ناپایداری شیل و مشکلات گوناگون آن در طول حفاری:

A.1.1 Fill and bridges: الف 1.1 پر شدن و ایجاد مانع

Mud solids and cuttings settled on bottom after trips or connections are called fill. Bridges are tight spots encountered higher up the hole on trips. These problems result in expensive reaming operations, mud treatment, and possibly excessive bit wear or damage. You must be certain that this problem is not caused by lack of proper hole cleaning, either from poor rheology or low pump out put.

جامدات سیال حفاری و کنده های ته نشین شده در ته چاه بعد از پیمایش ها (trips) و یا هنگام اتصال لوله ها را اصطلاحاً پر شدن (fill) میگویند. موانع/پلها (bridges) نقاط محکمی هستند که هنگام پیمایش ها (trips) در قسمتهای فوقانی چاه با آنها مواجه می شویم. این مشکلات منجر به انجام عملیات پرهزینه از قبیل گشاد کردن/تراشیدن (reaming) دیواره چاه، بهسازی سیال حفاری، و یا احتمالاً باعث سایش اضافی و یا خرابی مته می شوند. باید اطمینان داشته باشیم که این مشکلات ناشی از تمیز کردن ناکافی چاه و یا حتی از رتولورژی ضعیف و یا بازدهی کم پمپ ها نمی باشد.

A.1.2 Ineffective hole cleaning: الف 1.2 تمیز کردن بیفوده چاه

Additional formation carvings entering the wellbore due to the rock failure and collapse may over load the capacity of the annular circulating flow rate to carry all the rock fragments out of the wellbore.

وارد شدن ریزش های مازاد سازند (carvings) به حفره چاه بعلت وادادگی سخره و رمبش/فروریزش (collapse) ممکن است باعث افزایش بار میزان حجم گردش دالیز برای حمل تمام قطعات سخره به خارج از حفره چاه گردد.

A.1.3 Stuck pipe: الف 1.3 گیر کردن لوله ها

Probably the most costly result of hole instability is a stuck pipe. If the pipe is stuck, it will, at the least, take some rig time to correct and, at worst, result in the hole being lost.

احتمالاً پرهزینه ترین نتیجه حاصل از ناپایداری چاه گیر افتادن (stuck) لوله های حفاری می باشد. اگر لوله گیر کرده باشد حداقل مقداری از زمان دکل را جهت بهسازی مصرف می کند، و در بدترین حالت منجر به از دست دادن چاه میشود.

A.1.4 Increased hole volume: الف 1.4 افزایش حجم چاه

Severely washed-out holes may result in higher mud costs, increased cement requirements, and poor cement jobs.

چاههای با آب بردگی شدید (washed-out) ممکن است منتج به گرانتر شدن سیال حفاری، افزایش سیمان مورد احتیاج، و سیمان کاریهای ضعیف شوند.

A.1.5 Logging difficulties: الف 1.5 مشکلات نمودار گیری

Washed-out hole, fill and bridges can seriously interfere with getting good electric logs and side wall cores.

چاههای دارای آب بردگی، پر شده و دارای موانع (Washed-out hole, fill and bridges) میتوانند جداً در انجام صحیح نمودارهای الکتریکی (electric logs) و مغزه گیریهای جانبی (wall cores side) ایجاد مزاحمت کنند.

A.2.0 Wellbore drilling terms: الف 2.0 دوران حفاری حفره چاه

Through the years, various terms have been used to describe the problems associated with wellbore instability while drilling. Different parts of the world use different words to describe the same phenomena. **The following are some of the terms and their usual interpretation:**

در طی سالهای متمادی، روشهای مختلفی برای شرح مشکلات موجود حاصل از بی ثباتی چاه در زمان حفاری استفاده شده است. مکانهای مختلف دنیا واژه های متفاوتی را برای شرح این پدیده همانند بکار می برند. شرح ذیل بعضی از شرایط و تفاسیر معمول آنها می باشند:

A.2.1 Sloughing, running, heaving: تورم، راندن، ریزش کردن

These words describe the general condition of excess pieces of formation showing up on the shale shaker. They are usually associated with hard dewatered shale's.

این واژه ها وضعیت کلی ذرات اضافی از سازند حاضر شده بر روی الک لرزان را شرح می دهند. آنها معمولاً همراه با شیل های سخت بدون آب می باشند.

A.2.2 Mud making shale's, gumbo, bentonitic swelling, and plastic flow:

الف 2.2 سیال پر شده از شیل، گامبو، متورم شدن بنتونیتی، و جریان پلاستیکی

These conditions usually refer to drilling through formations high in bentonite or other swelling clay content such as recent volcanic sediments. These clays may disperse into the mud or extrude into the wellbore. Plastic flow also is encountered when drilling massive salt sections.

این وضعیتها معمولاً مربوط به حفاری در سازندهای دارای بنتونیت فراوان یا دیگر سازندهای حامل رس های تورم پذیر مانند رسوبات آتشفشانی جدید می باشند. این رسها ممکن است درون سیال حفاری پخش و یا به درون حفره چاه انداخته شوند. همچنین هنگام حفاری بخشهای نمکی حجیم با پدیده پلاستیکی برخورد خواهد شد.

A.2.3 Fractured shale's: شکافدار

This term is usually applied to tectonically stressed areas (mountainous) with known highly faulted or highly dipped formations.

این وضعیت معمولاً برای مناطق تحت تنش زمین ساختی (tectonically stressed areas) مانند کوه ها با سازندهای شناخته شده ی با شکستگی های فراوان یا سازندهای دارای شیب زیاد بکار می رود.

A.2.4 Pressured shale's, gas-bearing sands: ماسه های گازدار

These terms are applied when excess shale volume is experienced along with gas intrusions. It is usually caused by insufficient mud weight.

این شرایط زمانی که حجم فراوان شیل همراه با دخالت گاز باشد بکار میروند. این پدیده معمولاً بعلت ناکافی بودن وزن سیال حفاری حادث می شود.

A.3.0 Sloughing: ریزش کردن

Sloughing consists of unconsolidated, weak, or loose formation that may fall into the wellbore due to the geological nature of the formation. Sloughing usually occurs at shallow depths. The hole may or may not be enlarged, since weak formations will flow and fill in the areas being washed away.

ریزش/پوست اندازی (sloughing) شامل یک کاسه نبودن، ضعیف بودن، یا سازند سستی که ممکن است بعلت ماهیت زمین شناسی سازند به داخل حفره چاه سقوط کند می باشد. پوست اندازی معمولاً در عمقهای کم اتفاق می افتد. خواه چاه گشاد گشته باشد یا نشده باشد، به هر حال سازندهای ضعیف جریان خواهند یافت و مکانهایی که شسته می شوند را پر می کنند.

A.3.1 Induced sloughing: ریزش برانگیخته شده

This refers to formation that falls into the wellbore as a result of water-wetting clays or washing out cementitious materials (salts, etc.). Dissolving cementitious materials usually occurs at shallow depths and results in a washed-out hole. Water wetting and clay swelling may occur at greater depths when hydratable clays are present.

این پدیده به سازندی که در نتیجه اینکه رسهای خیس گشته (water-wetting clays) با آب یا آب بردگی (washing out) مواد سیمان گونه (مانند نمک و غیره) که به درون حفره چاه سقوط می کنند، مربوط می شود. حل شدن مواد سیمانگونه معمولاً در عمق های کم رخ می دهد و منتج به آب بردگی چاه (washed-out hole) می شود. ترشدگی با آب و متورم شدن رس ممکن است در عمق های بیشتر و هنگامیکه رسهای دوستدار آب (hydratable clays) حاضرند رخ دهد.

الف 4.0 ورم کردن: A.4.0 Heaving

This formation instability is caused by formation pressures higher than the hydrostatic head from the mud. Hydratable clays in the formation may aggravate this condition. The pieces of heaving shale crossing the shaker are usually square or rectangular and vary in size from cuttings size to several inches. Often the pieces have rounded edges. This indicates that the piece is slipping and tumbling in the annulus, causing the edges to wear.

این ناپایداری سازند در زمانیکه فشارهای سازند بیشتر از فشار ستون سیال حفاری (hydrostatic head) باشد ایجاد می شوند. وجود رس های هیدرات پذیر (Hydratable clays) در سازند ممکن است باعث تشدید این وضع شوند. قطعات متورم شده شیل در حال عبور از الک لرزان معمولاً بشکل مربع یا مربع مستطیل هستند و در اندازه های متفاوت از اندازه کنده های حفاری تا چند اینچی می باشند. قطعات اغلب دارای گوشه های گرد می باشند. این خاصیت نشان دهنده ی آن است که قطعه در دالیز لیز میخورد و می غلتند که این عمل باعث ساییدگی گوشه های آن میگردد.

الف 5.0 خرد شدن/درهم شکنی: A.5.0 Spalling

Spalling or splintering occurs when pressures in the formation cause the hole to close radially. This can occur at any depth and typically is found in highly tectonically stressed areas. Plastic flow of massive salt sections is a special case of this phenomenon. Splintered shale pieces are usually long and narrow with sharp edges and points. Many times they are slightly curved, showing the shape of the wellbore.

The most common cause of unstable formations is mechanical instability resulting from the imbalance of formation stresses. The stress balances created in the earth over millions of years is disrupted when a hole is drilled into it. These internal formation stresses have to be rebalanced or the wellbore will collapse.

Most formations have enough strength that they do not immediately collapse. Given sufficient time, however, most formations will eventually start collapsing. There is a time-value associated with hole instability based on the geology of the formation, the mud density, and the type of mud in the hole.

در هم شکستن یا ترک برداشتن (Spalling or splintering) زمانیکه فشارها در سازند باعث مسدود شدن سریع چاه می شود اتفاق می افتد. این پدیده در هر عمقی میتواند رخ دهد و برای نمونه در مناطقی که تنش های زمین شناختی (tectonically stressed) بالا دارند یافت شده است. جریان پلاستیکی در بخشهای جگیم نمکی حالت مخصوصی از این پدیده می باشد. تکه های ترک خورده شیل معمولاً باریک و دراز با گوشه ها و نقاط تیز می باشند. آنها در بیشتر اوقات کمی انحناء دارند، که نشان دهنده شکل حفره چاه می باشد. بیشترین علت راجع در سازندهای ناپایدار، نا پایداری مکانیکی می باشد که از تنش های نا متعادل سازند نتیجه می شود. تعادلات تنشی (stress balances) که در طی سالیان در زمین ایجاد شده اند، زمانیکه چاهی در آن حفر میشود گسیخته می شوند. لذا این تنش های داخلی سازند باید دوباره متعادل شوند و گرنه حفره چاه فرو ریخته می شوند. بیشتر سازندها به قدر کافی استحکام دارند که به یکباره فرو نریزند. بهر حال با گذشت زمان کافی سرانجام سازندها شروع به فرو ریزی میکنند. در اینجا یک ارزش زمانی با نا پایداری چاه بر پایه زمین شناسی سازند، وزن سیال حفاری، و نمونه سیال حفاری درون چاه پیوست دارد.

الف 6.0 تنش های زیر سطحی: A.6.0 The subsurface stresses

الف 6.1 فشار طبقات بالایی/فشار پوشند: A.6.1 Overburden pressure

The overburden pressure is the pressure exerted by the weight of the earth's rocks above the element. The overburden pressure depends upon the mineral make-up of the rocks and, in general, can be assumed to be about 1.0 psi/ft. **It is not linear, however, because the formation density tends to increase with depth as a result of compaction and reduction in porosity.**

فشار پوشند (overburden pressure) فشاری است که توسط وزن سخره های زمین که در بالای عنصر قرار دارند وارد می شود. فشار پوشند بستگی به ساختار کانی سخره ها و در کل، میتواند فرض شود که در حدود (1.0 psi/ft) میباشد. آن خطی/یک بعدی (linear) نیست، و بهر حال، وزن سازند تمایل دارد که با عمق در نتیجه ی فشردگی و کاهش در تخلخل افزایش یابد.

الف 6.2 فشار منفذ: A.6.2 Pore pressure, Po

The pore pressure is the fluid pressure within the pore spaces of the formation helping to support the overburden pressure. If the fluids in the pore spaces are inter connected and have not been trapped, the pore pressure is equivalent to the hydrostatic head of the water column above the formation element.

Pore fluids are predominantly salt water, so the pore pressure in normally pressured formations is taken to be a column of water with seawater salinity. This is equal to a gradient of about 0.046 psi/ft. On a graph, the pressure gradient is approximately a straight line although the temperature gradient will influence the density.

فشار منفذ (pore pressure) عبارت از فشار مایعی است که در درون فضاهای منافذ سازند می باشد که کمک به حمایت از فشار پوشند (**overburden**) میکند. اگر مایعات موجود در فضاهای منافذ به یکدیگر متصل باشند و زردانی نشده اند، فشار منفذ برابر با فشار پوشندی که از ستون آب بالای عامل سازند است می باشد.

سیالات درون منفذ عمدتاً آب نمک میباشند، بنابراین فشار منفذ در سازندها می باشد که بصورت نرمال فشرده گشته اند مورد قبول واقع شده است که ستونی از آب همراه با آب دریای نمکی باشد. این برابر با شیبی حدود (**gradient of about 0.046 psi/ft**) می باشد. روی یک نمودار، شیب فشار (**pressure gradient**) تقریباً یک خط مستقیم می باشد گرچه شیب حرارت (**temperature gradient**) در وزن تاثیر گذار خواهد بود.

الف 6.3 تنش خمیره/تنش متریکس: **A.6.3 Matrix stress, σ**

The matrix stress is the portion of the overburden pressure that is supported by the physical structure of the formation. It can be resolved into three components that are perpendicular to one another (one vertical stress and two horizontal ones). In most cases, only the overall matrix stress measured in situ. (Approximations of the three principal stresses have been done in the past from log and seismic-derived data). The total matrix stress for normally pressured formations is about 0.054 psi/ft.

تنش خمیره/ملاط (**matrix stress**) بخشی از فشار پوشان سنگ (**overburden pressure**) میباشد که توسط ساختار فیزیکی سازند حمایت شده است. که آن می تواند به سه ترکیبی که بر یکدیگر عمود هستند (یک تنش عمودی و دو تای دیگر افقی) تجزیه شوند. در بیشتر حالات و روی هم رفته فقط تمام تنش خمیره/ملاط (**matrix stress**) در این وضعیت اندازه گیری می شود. (مشابهت های سه عامل تنش در گذشته از نمودار و اطلاعات مشتق شده از زلزله نگاری انجام گرفته است). تمام تنش خمیره برای سازندهایی که بصورت طبیعی فشرده شده اند حدود 0.054 psi/ft می باشد.

الف 6.4 تنش حفره چاه: **A.6.4 Wellbore stress**

The drilling of a hole in the stressed rock generates a new higher stress field or "hoop stress", which is related to the stresses at right angles to the wellbore. These stresses decay to the initial stress as you move away from the Well bore. Filling the hole with mud exerts a pressure (P_m) that reduces the tangential stress. The drilling technique uses the minimal mud weight to balance additional weight to the pore pressure and then to reduce the rock stress to a level where it is stable. No attempt is made to balance the stress perfectly, as the higher mud weight will slow down the rate of penetration. This technique puts the rocks under stress and leads to failure. Subsequent reaction of rocks with the drilling fluid is often enough to stress the rocks to a point where they fail.

حفاری چاه در سخره تنش دار تولید یک میدان جدید با تنش بالاتر یا "حلقه ی تنش" "hoop stress" میکند، که به تنشهای در زاویه های سمت راست حفره چاه مربوط شده است. این تنش ها نسبت به تنشهای اولیه همانطوری که از دیواره چاه دور میشوند ضعیف میشوند. پر کردن چاه با سیال حفاری فشاری را اعمال می کند که تنش مماسی (**tangential stress**) را کاهش می دهد. فن حفاری کمترین وزن سیال حفاری را برای متعادل کردن وزن اضافی بر فشار منفذ، و بعداً جهت کاهش تنش سخره به حدی که در آنجا پایدار میباشد را استفاده می کند. کوششی برای موازنه دقیق تنش ها، همانند آنکه وزن بالاتر سیال حفاری سرعت نفوذ پذیری را کاهش میدهد، انجام نشده است. این فن، سخره ها را تحت تنش قرار داده و بسمت شکستن هدایت میکند. واکنش بعدی سخره ها با سیال حفاری اغلب برای فشردن سخره ها به یک نقطه در جاییکه آنها می شکنند، کافی می باشد.

The adsorption of water takes some time and contributes to the time dependency of the stability of rocks. Formations that contain high levels of the clay mineral montmorillonite will retain the water while under the overburden pressure. This means that the pore fluids will bear a disproportionately high amount of the overburden pressure. Also, the matrix stress will be low. The mud weight will have to be increased to hold back the formation. Tectonically stressed areas pose a special problem since these formations have been fractured and folded. Fractures may allow the penetration of whole fluid that can transmit pressures into the formation, causing it to weaken and fall in.

جذب آب مدتی به طول میانجامد و در مدت وابسته به استحکام سخره ها شرکت میکند. سازندهایی که شامل سطح بالایی از رس معدنی مونتوریلونیت (**montmorillonite**) هستند مادامی که تحت فشار پوشند (**overburden**) میباشند آب را نگهداری میکنند. این بدان معنی می باشد که مایعات منفذ یک میزان زیادی از فشار پوشند را بصورت نامتناسب تحمل میکنند. همچنین، تنش ملاط (**matrix stress**) پایین خواهد بود. وزن سیال حفاری برای اینکه سازند را به عقب برگرداند باید افزایش یابد. مناطق تحت تنش زمین شناختی (**Tectonically stressed areas**) از آن نگاه که این سازندها شکاف بر داشته و چین خورده اند، یک مشکل خاص را ظاهر میکنند. شکافها ممکن است اجازه نفوذ تمام سیالی را که میتواند فشارها را در درون سازند عبور داده، و باعث شود که آن ضعیف گشته و به درون سقوط کند را بدهد.

Also, when folded formations are drilled, part of the wellbore face may be highly compressed while another part may be in tension. It is nearly impossible to calculate the relative principal stresses in this case, but there is usually one that will approach zero.

همچنین، زمانی که سازندهای چین خورده حفاری شده اند، قسمتی از سطح حفره چاه ممکن است بسیار تحت فشار باشد هم زمان قسمت دیگر ممکن است در حال کشش باشد. تقریباً غیر ممکن است که رابطه عامل تنش ها در این مشکل محاسبه گردد، اما در آنجا یکی وجود دارد که به صفر نزدیک می شود.

Mud weights higher than indicated by pore pressure analysis (gas pressure) are usually needed to stabilize the formation in this situation. The amount of mud weight needed should be determined in the field only on a case-by case basis. Whenever the stresses at right angles to the wellbore are not equal, the wellbore will fail in the direction of least stress and produce an oval or elliptically shaped hole.

This situation will often be encountered when drilling deviated holes because the vertical stress tends to be larger than the horizontal stress. Tectonically stressed areas may also show the same phenomena. Directional drilling in an oval hole is difficult, but this problem cannot be overcome.

وزن سیال های حفاری بیشتر از آنی که با آنالیزهای فشار منفذ مشخص شده اند (فشار گاز) ، معمولاً در این حالت لازم است که سازند را پایدار کنند. مقدار وزن سیال حفاری مورد احتیاج باید در منطقه (field) و فقط بر پایه مورد به مورد معین گردد. هر زمانیکه تنشها در زاویه های درست نسبت به حفره چاه برابر نیستند، حفره چاه در جهتی با حداقل تنش خراب می شود و چاهی بیضی یا بیضوی شکل ایجاد می کند. با این وضعیت اغلب زمانی برخورد می شود که چاههای انحرافی حفاری می شوند، چونکه تنش عمودی تمایل دارد که بزرگتر از تنش افقی باشد. مناطق تنش دار زمین شناختی (Tectonically stressed) همچنین ممکن است پدیده مشابهی را نشان دهند. حفاری جهت دار در یک چاه بیضوی مشکل میباشد، اما این مسئله را نمیتوان برطرف کرد.

A.7.0 Factors involved in shale instability from physical causes:

الف 7.0 عواملی فیزیکی که در ناپایداری شیل درگیر هستند:

A.7.1 Density: الف 7.1 وزن

The proper density is the most important factor in shale stability.

وزن صحیح سیال حفاری عامل بسیار مهمی در پایداری شیل می باشد.

A.7.2 Erosion: الف 7.2 خوردگی

Proper hydraulics, annular and bit, must be maintained in formations prone to instability. Once instability started, by erosion or other factors, it can be difficult to stop.

هیدرولیک های صحیح برای مته و دالیز، در سازندهایی که مستعد به ناپایداری می باشند باید به درستی تعیین گردند.

A.7.3 Pressure surges/swabs: الف 7.3 فشار موجی (کوبشی)/مکشها

Excessive surges and swabs when tripping or running pipe can initiate instability. Rocks are much weaker in tension so they are prone to fracture, which can occur when running pipe too fast into the hole. The fractured rock is more likely to produce problems later on.

فشارهای موجی (کوبشی) (surges) و مکشهای (swabs) اضافی میتوانند در موقع پیمایش (tripping) یا راندن لوله عمل ناپایداری را شروع کنند. سخره ها در کشش ضعیفتر میباشند بنابراین مستعد ترک خوردن می باشند که آن حالت می تواند اگر لوله خیلی سریع در چاه رانده شود اتفاق افتد. سخره ی شکاف خورده احتمال بیشتری دارد که بعداً تولید مشکل کند.

A.7.4 Direct contact: الف 7.4 تماس مستقیم

Minimize pipe whip by maintaining the proper pipe tension and rotation.

کاهش شلاق خوردن لوله (whip) با اداره کردن صحیح کشش لوله و چرخش آن.

A.7.5 Fluid invasion: الف 7.5 هجوم سیال

In fractured formations, whole mud can invade and cause instability. In some cases, high fluid losses can also help weaken a formation.

در سازند های شکاف خورده، تمام سیال حفاری می تواند نفوذ کرده و ایجاد نا ثباتی کند. همچنین در بعضی حالات، هرزروی بالای صافاب میتواند کمکی به ضعیف کردن یک سازند باشد.

Sction B: Chemical Inhibition

بخش بی: بازدارندگی شیمیایی

The consolidation process and the overburden pressure force water out of the shale's. Relief of the confining force and re-exposure to water causes the water to adsorb very strongly onto the clay surfaces. **The following changes also occur:**

فرآیند تحکیم و فشار طبقات رویی (overburden) آب را به خارج از بافت شیل ها فشار می دهد. رها کردن نیروی محبوس و دوباره در تماس با آب قرار دادن رس باعث می شود که آب به شدت در سطوح رس جذب شود. **همچنین تغییرات زیر اتفاق می افتد:**

- Stress increases around the wellbore. تنش در اطراف حفره چاه افزایش می یابد .
- The shale swells and weakens. شیل متورم شده و ضعیف می شود.
- Lubrication is provided for slippage planes. روان سازی برای لغزندگی طبقات ار نه شده است.
- Plastic shale's deform into wellbore, giving tight hole conditions. شیل های پلاستیکی به داخل چاه تغییر شکل داده و باعث ایجاد وضعیتهای تنگی در چاه (tight) می شوند.
- Harder shale's generate cavings. شیل های سخت تر تولید ریزش می کنند.
- Time related instability occurs as water migrates into rock. ناپایداری مربوطه با زمان و همچنانکه آب به درون صخره مهاجرت میکند اتفاق می افتد.

B.1.0 These changes in rock properties inevitably result in many problems:

بی 1.0 این تغییرات در خواص صخره بدون شک منجر به مشکلات فراوانی می شوند:

- Poor directional control ضعف در کنترل کردن جهت
- Washed out hole چاه شسته شده/چاه آب برده شده
- More solids to be removed at surface مواد جامد بیشتری باید در سطح جا به جا شوند
- Reaming ساییدن/تراشیدن
- Stuck pipe due to hole collapse گیر افتادن لوله ها در اثر بهم آمدن چاه
- Bit balling توپیی شدن مته
- Additional solids into the mud جامدات اضافی در داخل سیال حفاری
- Hole failure چاه معیوب
- Poor hole cleaning in washed out sections ضعف در تمیز کردن چاه در قسمت های گشاد شده/آب برده شده
- Tight hole چاه تنگ/محکم
- Dispersion of solids into mud پخش شدن مواد جامد به درون سیال حفاری

B.2.0 The magnitude of dispersion problem depends on:

بی 2.0 اهمیت مشکل پخش شونده‌گی به موارد زیر مرتبط می شود:

B.2.1 Type of formation: بی 2.1 نمونه سازند بی

Shale's with montmorillonite or mixed layer clays are more susceptible to dispersion, swelling, and bit balling.

شیل های حاوی مونتوریلونیت یا مخلوط شده با لایه های رسی بیشتر مستعد به پخش شدن، متورم شدن و توپیی کردن مته می باشند.

B.2.2 Type of drilling fluid: بی 2.2 نمونه های گل حفاری

Fresh water is most reactive. A lot of effort has gone into designing mud systems with "inhibition" or increased ability to minimize the reaction between the mud and the shale's.

The approach is to change the exchangeable cation or to expel water from the clay surface.

آب تازه بیشترین عامل واکنش زایی می باشد. کوشش های فراوانی برای طراحی سیستم های سیال حفاری جهت بازداری "inhibition" یا افزایش توانایی آن برای کاهش واکنش بین سیال حفاری و شیل ها صرف گردیده است. هدف تغییر کاتیون قابل مبادله یا خارج کردن آب از سطح رس می باشد.

- Exchange sodium ion for calcium تبادل یون سدیم برای کلسیم
- Exchange sodium and calcium for potassium تبادل سدیم و کلسیم برای پتاسیم
- Exchange sodium and calcium for low molecular weight cationic polymers تبادل سدیم و کلسیم برای پالیمرهای کاتیونی با وزن ملکولی پایین
- Adsorb high molecular weight polymers such as (PHPA) to coat the clay surfaces and displace water جذب پالیمرهای با وزن مولکولی بالا همچون (PHPA) برای پوشش سطوح رس و جابجایی آب
- Add polyglycerol to displace water اضافه کردن polyglycerol برای جابجایی آب
- Plug fractures with asphalt and gilsonite مسدود کردن شکافها با اسفالت یا گیلسونیت

Formulating the drilling fluid with oil can eliminate the problem with the reaction of the shale with water. The adsorption forces are so well developed that high levels of salt have to be dissolved in the water, which is present as an emulsion, to prevent the shale from hydrating.

فرموله کردن سیال حفاری با روغن می تواند مشکل واکنس آب با شیل را محدود کند. نیروهای جذب سطحی چنان بخوبی توسعه یافته اند که میزان های بالایی از نمک باید در آبی که بصورت امولسیون موجود است حل شود تا باعث جلوگیری شیل از آبدیدگی (hydrating) گردد.

B.3.0 Field practices to minimize problems from unstable formations:

بی 3.0 عملیات میدانی برای کاهش مسائل حاصل از سازندهای ناپایدار:

B.3.1 Density control: بی 3.1 کنترل وزن

Maintain the proper density. If in mountainous areas, more mud weight may be needed than indicated by gas pore pressures. Surges and swabs must be avoided in formations susceptible to falling in. Keeping the wellbore full of fluid on trips is also good practice for wellbore stability as well as blowout protection.

از وزن صحیح باید مواظبت کنید. در مکانهای کوهستانی، وزن سیال حفاری سنگین تری ممکن است از آنچه که توسط فشارهای گاز منفذ مشخص شده احتیاج باشد. از تلاطم ها و مکشها (Surges and swabs) در سازندهایی که مشکوک به ریزش به داخل چاه هستند باید اجتناب شود. همچنین پر نگاه داشتن حفره چاه با سیال حفاری در هنگام پیمایشها (trips) تمرین خوبی هم برای پایداری حفره چاه و هم برای حفاظت از فوران آن می باشد.

B.3.2 Rheology: بی 3.2 رئولوژی

Adequate hole cleaning is needed to remove any formation pieces falling into the hole and to differentiate between unstable formations and a hole cleaning problem. Turbulence may wash out unconsolidated and weak formations. Turbulence may also aggravate a formation in which hydratable shale's have started falling into the wellbore.

تمیز کردن کافی چاه برای انتقال کنده های سازند سقوط کننده به داخل آن و همچنین تشخیص بین سازند های ناپایدار و مشکل تمیز کردن چاه از کنده های حفاری ضروری می باشد. جریان متلاطم (Turbulence) ممکن است سازند های نا مستحکم و ضعیف را بشوید. همچنین آشفتگی (Turbulence) ممکن است باعث وخیم تر کردن سازندی که در آن شیل های هیدرات پذیر (shale's hydratable) شروع به ریزش به درون حفره چاه کرده اند شود.

B.3.3 Fluid loss: بی 3.3 هزرز روی صاف آب

The API fluid loss by itself is not an indication of relative formation protection. The level of fluid loss control must be based on field experience for each individual drilling area.

صاف آب API بخودی خود نشانه ای از وابستگی حفاظت سازند نمی باشد. میزان کنترل هزرز روی صاف آب باید بر پایه تجربه میدانی برای هر منطقه حفاری خاص باشد.

B.3.4 Hole deviation: بی 3.4 چاه انحرافی

In high angle wellbores, and fractured formations with deviation problems, extra care must be taken to protect against unstable formations.

در حفره چاه های با زاویه بالا، و سازند های شکاف دار با مشکلات انحرافی، توجه بیشتری باید به حفاظت از سازند های ناپایدار داده شود.

Section C: Shale Stability Problems for the Man in the Field

بخش سی: مشکلات پایداری شیل برای افراد در منطقه

سی 1.0 معرفی C.1.0 Introduction

The presence of shale's when drilling for oil and gas is inevitable as they form the organic-rich source rocks for most hydrocarbon deposits and frequently form the pressure seals which trap them underground. Of all the rocks penetrated during well construction, shale's are not only the most abundant but also the most susceptible to wellbore instability.

حضور شیل ها در زمان حفاری چاه های نفت و گاز اجتناب ناپذیر است چونکه آنها تشکیل دهنده صخره هایی با منبع غنی ارگانیکی برای بیشتر رسوبات هیدروکربون می باشند و غالباً بتونه های فشار را که باعث حبس شدن آنها در زیر زمین میشود، تشکیل میدهند. از تمام صخره هایی که طی حفاری چاه حفر شده اند، شیل ها نه تنها فراوانند بلکه مستعد ترین و امل در ناپایداری حفره چاه میباشند.

Most sedimentary rocks can fail in a mechanical mode as a result of poor consolidation, tectonic stresses or pressure under balance but the problem with shale is compounded by the way in which the rock is affected by contact with water.

بیشتر صخره های رسوبی در نتیجه ضعف ترکیب، تنش های زمین شناختی یا فشار نا متعادل می توانند به روش مکانیکی شکسته شوند. اما مسئله دیگر با شیل به علتی است که در آن صخره در اثر تماس با آب تاثیر برداشته، و با مشکلات اولیه ترکیب میشود.

Exposure to drilling fluids can result in chemical changes which affect the mechanical properties of the shale resulting in failure of the rock. Chemical effects are often inextricably linked to the mechanics of wellbore instability.

قرار گرفتن در معرض سیالات حفاری می تواند منتج به تغییرات شیمیایی گردد که در خواص مکانیکی شیل تاثیر گذاشته و باعث شکست صخره می گردد. تاثیرات شیمیایی اغلب لاینحل بوده و به ناپایداری های مکانیکی حفره چاه متصل شده اند.

In a large number of cases, shale problems can be controlled using a properly engineered oil based mud (OBM) or synthetic base mud (SBM) at the correct mud weight. This approach has helped to significantly reduce drilling costs, especially on deviated wells. However, the discharge of cuttings drilled with non-aqueous phase (NAP) mud has become increasingly restricted in recent years by environmental legislation.

در بیشتر حالات، مشکلات شیل با استفاده از یک سیال پایه روغنی (OBM) و یا پایه مصنوعی (SBM) که به درستی و با وزن صحیحی مهندسی شده باشند می توانند کنترل گردند. این دست یابی کمک کرده است که هزینه های حفاری خصوصاً در چاههای انحرافی بخوبی کاهش داده شود. بهرحال، تخلیه کنده های حفاری شده با سیال حفاری غیر پایه آبی (NAP) در سالهای اخیر توسط قوانین محیط زیستی به صورت گسترده ای ممنوع گردیده است.

Use of WBM does improve the working conditions for the rig crew and reduces the impact of any accidental spillage or discharge of whole mud. In remote or deepwater exploration, use of WBM can substantially ease logistics difficulties associated with the preparation and storage of NAP drilling fluids.

استفاده از سیال پایه آبی وضعیت های کارکردن را برای افراد دکل بهتر میکند و اثرات ریخت و پاش تصادفی یا تخلیه تمام سیال حفاری را کاهش می دهد. استفاده از سیال حفاری پایه آبی در نواحی دور دست یا در چاههای توسعه ای در آبهای عمیق، اساساً می تواند مشکلات پشتیبانی مرتبط با تدارکات و ذخیره کردن سیالات حفاری غیر پایه آبی (NAP) را ساده گرداند.

C.2.0 Shale Types and Associated Drilling Problems

سی 2.0 انواع شیل ها و مسائل حفاری وابسته به آنها

The clay minerals commonly found in claystones and shale is as follows:

رس های معدنی که معمولاً در سنگهای رسی و شیل یافت شده اند مانند جدول زیر می باشند:

Mineral	Typical Surface Area (m ² /gm)	Particle Size(microns)	Particle Shape	Swells In Water?	Disperses in water?
Smectite (Montmorillonite)	350-800	0.05 - 2	Thin plates	Yes	Yes
Kaolinite	15-30	0.05 - 8	Plates/Books	No	Yes
Illite	10-150	0.5 - 15+	Plates/Shards	No	Yes
Chlorite	30-150	0.1 - 5	Plates	No	
Illite/Smectite (Mixed Layer)	10-600	0.2 - 5+	Plates	Yes	Yes

Classification of shale formations based on their behavior when drilled in offset wells is a good starting point for well planning and mud selection. A detailed study using shale samples offset well data and focused laboratory work will help to optimize the fluids selection. The best mud type and drilling practices will be strongly influenced by the expected type of shale. A classification based on work by Mondshine uses shale hardness as the main criterion. This offers some correlation with burial depth and compaction and swelling clay contents.

طبقه بندی سازند های شیل بر اساس رفتارشان زمانیکه در چاه های مجاور حفاری شده اند نقطه شروع مناسبی برای برنامه ریزی حفاری و انتخاب سیال حفاری می باشد. یک مطالعه کامل با استفاده از نمونه های شیل و اطلاعات چاههای حفاری شده و تمرکز بر کارهای آزمایشگاهی ، برای انتخاب یک سیال حفاری ایده آل کمک خواهد کرد. بهترین نمونه سیال حفاری و عملیات حفاری قویا تحت تاثیر نمونه ی شیل قابل انتظار قرار خواهد گرفت. یک طبقه بندی بر اساس کار انجام شده توسط (Mondshine) که از سختی شیل به عنوان ملاک اصلی استفاده کرده است وجود دارد. این عمل اندکی ارتباط با عمق تدفین و فشردگی و رسهای متورم مندرج را پیشنهاد می دهد.

Class	Texture	MBT* (meq/100gm)	Water Content (Weight %)	Clays#	Wt% Clay	Density (g/cc)
A	Soft	20-40	25-70	Smectite+ Illite	20-30	1.2-1.5
B	Firm	10-20	15-25	Illite +Mixed Layer	20-30	1.5-2.2
C	Firm- Hard	10-20	2-10	Illite +Mixed Layer	20-30	2.3-2.7
D	Hard	3-10	5-15	Illite + possSmect.	20-30	2.2-2.5
E	Brittle	0-3	2-5	Illite, Kaolinite, Chlorite	5-30	2.5-2.7

• Shales can vary in a number of ways.

شیلها می توانند در شماری از راهها/خواص با هم متفاوت باشند .

• **Grain size:** Very fine (clay stone) to gritty (siltstone)-Swelling clays are invariably fine grained

اندازه دانه ای: خیلی ریز/نرم (سنگ رس/claystone) تا ریگ دار (سنگ لجنی/siltstone)- رس های تورم زا دانه های ریز تغییر ناپذیر می باشند.

• **Grain cement:** Strong (indurated) to weak or uncemented-Calcite and quartz are common cements

دانه سیمانی: قوی (کم دوام) تا ضعیف یا کلسیت/آهکی غیر سیمانی و کوارتز که سیمانهای رایج می باشند.

• **Mineralogy:** High swelling clay content to complete absence of swelling clays

کانی شناسی: شامل رس تورم پذیر تا کلا بدون رس های متورم شدنی.

• **Moisture content:** Typically reduces with consolidation and depth of burial-Can vary from over 25% to less than 5%.

محتوی رطوبت: رطوبت، نوعا با سخت شدن و عمیق دفن شدن کاهش می یابد. رطوبت می تواند بیشتر از 25% تا کمتر از 5% متغیر باشد .

• **Pore pressure** can range from naturally pressured to highly over-pressured

فشار منفذ می تواند در میزانی از فشار طبیعی تا فشار خیلی بالا باشد.

• **Salinity and chemical composition of pore fluids varies widely:**

شوری و ترکیب شیمیایی سیالهای منفذ به صورت گسترده ای متفاوتند:

Most shales deposited by rivers flowing into sedimentary basins where water salinity ranges from freshwater to brackish to seawater.

بیشتر شیلها توسط جریان رودخانه ها به داخل حوضچه های رسوبی جاییکه شوری آب با میزانهایی از آب تازه تا شور و آب دریا می باشند رسوب کرده اند.

Some reactive shale's, e.g. Balder, are formed from air borne deposits such as volcanic ash falls. Freshwater shale's are fairly rare.

بعضی از شیلهای فعال مانند بالدر (Balder)، که از رسوبات پروازی مانند خاکستر آتشفشانی تشکیل شده اند. شیل های آب شیرین بسیار نایاب هستند.

Brackish shale's are typical of lagoonal areas and some inland seas, e.g. Caspian Sea. Seawater shale's are common, e.g. many North Sea Tertiary shale's. As clay-rich sediments are compacted, water is squeezed out. Because ions are held close to the clay layers, the expelled water is of lower salinity than the bulk pore fluid. Thus, in compacted shale, the residual pore fluid will be more saline than the water in which the original sediment was deposited. Generally, the more the shale has been dewatered the greater the salinity contrast.

شیل‌های آب شور نوعاً از مناطق مردابی و بعضی از دریاچه‌های درون خشکی (مانند دریای خزر) می‌باشند، از شیل‌های آب دریایی میتوان شیل‌های دوران تری‌تاری دریای شمال (North Sea Tertiary shales) را نام برد. همانگونه که رسوبات غنی شده از رس فشرده شده اند، آب آنها نیز در اثر فشار خارج گشته است. بعلاوه اینکه یونها در نزدیکی لایه‌های رس ننگه داشته شده اند، آب خارج شده نسبت به مایع عمده درون منافذ کمتر شور می‌باشد. بنابراین، در شیل‌های فشرده شده، سیال پس مانده منفذ از آبی که در آن رسوب اصلی ته نشین شده است شورتر می‌باشد. **کلا هر چه شیل کم آب تر شده است شوری بیشتری در آن نمایان گشته است.**

The degree of compaction is a function of the depth of burial provided that the water is able to escape easily to permeable strata. **The type of clay in younger sediments depends in large part on the temperature.** Increasing percentage of illite with depth due to alteration of smectite by diagenesis. For example, in the GoM the % of illite ranges from 20% at around 6,000 ft to 40% at 10,000 ft. Some water of crystallization is released. Gumbo-soft, high water content shales which disperse/deform into the hole and form mud rings. Occurrence of gumbo (in North Sea) depends on degree of consolidation, i.e. water content, of shale. As shale's become more compacted and lose water, problems with gumbo diminish. Gumbo occurs at greater depths only if a poorly inhibitive mud allows firm shale's to take up large amounts of water.

درجه فشرده‌گی عملی است در عمقی که دفن شدن در آن حادث شده است که آب قادر به فرار به چینه‌های قابل نفوذ می‌باشد. **نمونه رس در رسوبات جوانتر به میزان زیادی به حرارت بستگی دارد.** افزایش یافتن درصد ایلایت (illite) با عمق بعلاوه تبدیل اسمکتیت (smectite) توسط ترازیایش‌ها می‌باشد. برای مثال، در GoM میزان درصد ایلایت (illite) از 20% در عمق 6000 تا 40% در عمق 10,000 می‌باشد. مقداری از آب تبلور شده آزاد شده است. گامبوی نرم، شیل‌های دارای آب فراوانند که در چاه پخش و تغییر شکل داده و ایجاد حلقه‌های گلی (rings mud) می‌کنند. تشکیل گامبو (gumbo) در دریای شمال بستگی به درجه استحکام و مقدار آب شیل دارد. همانگونه که شیل بیشتر محکم شده و آب از دست می‌دهد، مشکلات با گامبو (gumbo) کاهش می‌یابد. گامبو (gumbo) در اعماق بیشتر فقط اگر سیال بازدارنده (inhibitive) ناکافی اجازه جذب آب فراوان را به شیل مستحکم داده باشد اتفاق می‌افتد.

Hole instability arises when the stress relief due to the drilled hole is greater than the yield strength of the rock.

نایاب‌داری چاه زمانی ایجاد می‌گردد که تنش‌ها شده‌ی حاصل از چاه حفاری شده بزرگتر از قدرت واری (strength yield) صخره باشد.

When mud pressure is less than fluid pressure in the formation, rock fragments may tend to fall into the hole, especially if the rock is impermeable. If the differential pressure is great enough and there is gas in the formation, the rock may explode into the hole! **When the rock is permeable, a kick or blowout is the result.**

Tectonic forces result from stresses imposed on a formation by deformation (folding and faulting) of the earth's crust. These stresses are relieved quickly in shale that is deformable but tends to remain in rocks that are hard shale's to flake and slough. As is common with this and brittle. A small amount of water adsorption may cause most sedimentary basins, there is a general fining of sediments towards the centre of the UK CNS basin.

زمانیکه فشار سیال حفاری از فشار مایع درون سازند کمتر باشد، خرده‌های صخره ممکن است کلاً به درون چاه سقوط کنند. اگر اختلاف فشار به اندازه کافی زیاد باشد و در آن مکان گاز در سازند وجود داشته باشد، صخره ممکن است به داخل چاه منفجر (explode) شود. **زمانیکه صخره نفوذ پذیر باشد، جهیدن یا فوران (kick or blowout) نتیجه آن می‌باشد.** نیروهای زمین‌ساختی (Tectonic forces) از تنش‌های تحمیل شده بر یک سازند با تغییر شکل (چین خوردگی و گسل) پوسته زمین، حاصل می‌گردند. این تنش‌ها به سرعت در شیل که تغییر شکل پذیر است رها می‌گردد، ولی تمایل به ماندن در صخره‌هایی که سخت و شکننده هستند را دارد. جذب مقدار کمی آب ممکن است باعث پولکی شکل شدن و ریزش این شیل‌ها گردد. همانطوریکه در بیشتر حوضه‌های رسوبی معمول می‌باشد، در اینجا یک قانون کلی رسوباتی بسوی حوضه مرکزی (UK CNS) بریتانیای کبیر وجود دارد.

Because montmorillonite is a very fine mineral, this means that the swelling clay content of the shale tends to increase with distance from the shore. Also, there is a tendency for these distal deposits to be thicker. Although there is no hard and fast rule, the reactivity of the shale's-and hence the frequency and severity of drilling problems related to WBM/shale interactions-tends to increase towards the centre of the basin.

چونکه مونت‌موریلونیت (montmorillonite) یک کانی بسیار نرم/ریز می‌باشد، این بدان معنی است که رس تورم پذیر درون شیل تمایل به افزایش یافتن با فاصله گرفتن از ساحل را دارد. همچنین، در اینجا تمایلی برای این رسوبات دورافتاده برای ضخیم شدن وجود دارد. اگر چه در اینجا قانون محکم و سریعی وجود ندارد، واکنش شیل‌ها و از اینرو مسائل مکرر و مشکل حفاری در ارتباط با سیال حفاری پایه آبی و فعالیت‌های درونی شیل با آن-که تمایل به افزایش به سمت مرکز حوضه را دارند، مربوط می‌شود.

An important variable can be the effect of sand and silt bodies originating from submarine slope fan facies. **Studies in the CNS showed that the most severe and frequent shale problems came from silty muds, muddy silts and inter-bedded sands and shale's, rather than from more homogeneous shale's.**

یک تفاوت مهم می تواند اثر بدنه های ماسه ای و لجنی بشد که از چین خوردگی های زیر دریا ایجاد شده اند. مطالعات نشان داده است که بیشتر مشکلات سخت و تکراری شیل ترجیحا از گلهای لجنی، لجن های گلی و ماسه ها و شیل های بین لایه ای تا از شیل های همگون حاصل می شوند.

It appears that the higher permeability of the silty formations allows more filtrate invasion, increasing the severity and extent of chemical reactions and probably also mud pressure penetration. This effect appears to outweigh mineralogical factors such as the amount of swelling clay present in the shale. Using the above classification, some likely wellbore problems for each shale type follow and implications for drilling fluid design:

بنظر می رسد که نفوذ پذیری بالاتر سازندهای لجنی اجازه نفوذ صاف آب بیشتر، افزایش سختی و گسترش واکنش های شیمیایی، و احتمالا همچنین نفوذ فشار گل را می دهد. این اثر بنظر می رسد که بر عوامل معدن شناسی مانند مقدار رس متورم حاضر در شیل بچربد. استفاده کردن از طبقه بندی بالا، و بعضی از مسائل متحمل حفره چاه در هر نمونه شیلی تعقیب و درک شده و برای طرح سیال حفاری استفاده می شود:

سی 3.0 شیل های کلاس آ C. 3.0 Class "A" Shales:

Typically young, rapidly deposited and not deeply buried, e.g. many of the Tertiary shale's of the North Sea and Gulf of Mexico. **This shale are soft, high water content, high clay content and low density.**

اینها شیلها نوعا جوان، مانند شماری از شیل های ترتیاری (Tertiary) دریای شمال و خلیج مکزیک، بسرعت رسوب کرده و در عمق زیاد دفن نشده اند، این شیلها نرم، دارای آب زیاد، رس فراوان و وزن پایین می باشند.

Contrary to Mondshine's classification these shales do not always contain high amounts of swelling clay and those which are present can be smectites and/or mixed layer illite/smectites. Some deeper, older Class "A" shales do exist; for example plastic kaolinite-rich Carboniferous fireclays encountered in the East Midlands oilfields in the UK. Presumably there was no permeable avenue of escape for the trapped connate water.

Because of the variable clay mineralogy, these shales can range from highly swelling to no swelling.

بر خلاف طبقه بندی موندشاین (Mondshine's) این شیل ها همیشه دارای مقدار فراوانی از رس های متورم شونده نیستند و آنهایی که موجود هستند می توانند اسمکتیت ها (smectites) و یا لایه های مخلوط ایلیت/اسمکتیت (illite/smectites) باشند. بعضی از شیل های عمیق تر و پیر تر Class "A" مانند کائولینت پلاستیکی (kaolinite) غنی شده از رس های آتشین کربونیفری (Carboniferous) که در شرق حوزه های نفتی میدلند (East Midlands) در انگلستان وجود دارند. از قرار معلوم در آنجا مسیر قابل نفوذی برای فرار آب همزاد حبس شده وجود نداشته است. بعلت تنوع کانی شناسی رس، این شیلها میتوانند در طیفی با تورم پذیری بالا تا غیر تورم پذیر باشند.

Clay composition will be that which was transported into the basin (detrital minerals) since burial temperatures rarely high enough to promote diagenesis. Because of rapid deposition of many of these sediments, they may be poorly sorted and appreciably silty, resulting in permeability's significantly greater than usually expected in shale.

ترکیب رس آنی خواهد بود که به درون حوضه (کانی های فرسایشی detrital minerals) حمل گردیده است از این رو که حرارت های زمان دفن شدن به سختی برای توسعه تشخیص کافی بوده است. بعلت ته نشینی سریع بعضی از این رسوبات، آنها ممکن است بطور ناقص دسته بندی شده باشند و محسوسا نرم بوده و در نفوذ پذیری مشخصا بزرگتر از حدی که معمولا در شیل انتظار می رود باشند.

C. 4.0 Drilling problems in Class "A" Shales:

سی 4.0 مشکلات حفاری در شیل های کلاس آ:

C.4.1 Hole closure چاه بستن سی 4.1

Frequent and often lengthy sections of tight hole when tripping out and on connections will take place. Time spent working and reaming the string, which can become mechanically stuck if care not taken. Pumping out will generally make trips easier.

این پدیده در این نوع شیل فراوان و اغلب بخش های طولی از تنگی چاه در موقع چاه پیمایشی (tripping) به خارج چاه و در زمانهای اتصال لوله ها اتفاق می افتد. زمان صرف شده برای تراشیدن جداره چاه و کار کردن روی لوله ها ی حفاری، که میتواند در اثر بی دقتی بصورت مکانیکی گیر کرده باشند زیاد باشد. معمولا چاه پیمایی ها همراه با پمپاژ سیال آسان تر انجام می شوند.

سی 4.2 گسترش چاه C.4.2 Hole enlargement

Because these shale's are soft and easily eroded, large washouts can develop which can make hole cleaning, directional control and effective cement jobs difficult? If the washouts become severe, hole collapse is possible and if the shale is dispersive, cuttings will break down in the mud causing an increase in viscosity. Excessive dispersion will increase mud maintenance costs. **If more competent formations are interbedded with the shale's, ledges may form to give problems while tripping, logging and running casing.**

چون این گونه شیلها نرم بوده و بسادگی ساییده می شوند، آب بردگی های بزرگی ایجاد می گردد که می تواند تمیز کردن چاه، کنترل جهت و سیمان کاری موثر را مشکل سازد. اگر آب بردگی ها شدیدتر شوند، امکان مشکل هم آمدن چاه نیز وجود دارد و اگر شیل قابل پخش شدن باشد، کنده ها درون سیال حفاری خرد شده و باعث افزایش گران روی نیز میشوند. پراکندگی بیش از حد باعث افزایش هزینه های نگهداری سیال حفاری میشود. اگر سازندهای با کارآمدی بیشتر با شیلها بصورت لایه لایه درآمده باشند، ممکن است تاقچه ها (ledges) تشکیل شوند که این پدیده موجب مشکلاتی در هنگام پیمایشی (tripping)، نمودارگیری (logging) و راندن لوله جداری (casing) میشود.

سی 4.3 کنده های چسبنده C.4.3 Sticky cuttings

The wet, often plastic nature of these shales give them the potential to cause problems such as bit balling, poor hole cleaning, mud rings and blocked flow lines.

خیس بودن، و اغلب طبیعت پلاستیکی این گونه شیلها پتانسیلی به آنها میدهد که باعث مشکلاتی مانند تویی شدن مته، خوب تمیز نشدن چاه، حلقه ای شدن سیال حفاری و مسدود کردن لوله های جریان سیال حفاری می شوند.

شیل های کلاس بی: C.5.0 Class "B" SHALES:

These are often just deeper-buried versions of the Class "A" shales but their different behavior merits placing them in a different group. **These types of shale's are firm, moderate/high water content, high clay content.**

As burial depth increases, water is squeezed out to form a more consolidated material. Temperature also increases with depth and as it reaches 60-100°C (corresponding to depths of 2-3 km at normal geothermal gradients) smectites gradually transform into non-swelling illites. However, since this transition is not abrupt, it is common to find an appreciable amount of swell able mixed layered illite/smectite at depths to (and exceeding) 3 km. Therefore with depth, the Class "A" shales are gradually transformed into the firmer Class "B" formations and, if smectite was present in the original sediment, this is slowly converted to mixed layer clays and ultimately illite.

There do, however, appear to be a number of exceptions to the smectite-to-illite transformation rule which means that the occurrence of more or less pure smectite at depths greater than 2 km should not be ruled out. A typical example is the smectite-rich Balder Clay formation, found extensively in the North Sea at depths in excess of 2.5 km.

اینها اغلب نمونه های شیل های کلاس "A" که در عمق بیشتری دفن شده اند می باشند اما مزیت های رفتاری متفاوت آنها را در گروه متفاوتی قرار میدهد. این گونه شیلها محکم، شامل آب متوسط تا زیاد و محتوی رس فراوان می باشند. همانطوریکه عمق تدفین افزایش یافته، آب آنها برای تشکیل ماده ای سخت تر به بیرون فشرده شده است. حرارت نیز با عمق افزایش می یابد و همچنانکه به 60-100°C میرسد (مطابقت داشتن با عمق های 2 تا 3 کیلومتر در geothermal gradients) اسمیکتیک ها (smectites) به تدریج به ایلیت های (illites) نا متورم تبدیل می شوند. بهر حال، در خلال این مدت از آن رو که این انتقال قطع نشده است، آن معمول است که یک مقدار محسوس از لایه های مخلوط شده قابل تورم ایلیت/اسمکتیت (illite/smectite) در عمق های 3 کیلومتری و بیشتر از آن پیدا شود. بنابراین با عمق، شیل های کلاس "A" به تدریج به سازند های سخت تر کلاس "B"، تغییر یافته اند، و اگر اسمکتیت (smectite) در رسوبات اصلی حاضر بوده، به آرامی به رسهای مخلوط لایه ای و سرانجام ایلیت (illite) تبدیل گردیده است. از این رو و بهر حال، بنظر میرسد که شماری از استثناء ها در قانون تبدیل اسمکتیت به ایلیت (smectite-to-illite) وجود دارد که میگوید که وقوع اسمکتیت (smectite) کم و بیش خالص در عمق های بیش از دو کیلومتر نباید منتفی دانسته شود. برای مثال نمونه سازند mectite-rich Balder Clay، که به وسعت فراوان در دریای شمال و در عمق های بیشتر از دو و نیم کیلومتر پیدا شده است، میباشد.

C.6.0 Drilling problems in Class B shales are:

سی 6.0 مشکلات حفاری در شیل های کلاس بی:

سی 6.1 مسدود شدن چاه C.6.1 Hole closure

Problems will be similar to Class "A" except that the increased hardness of the formation makes the shale less prone to plastic flow.

در این نمونه مشکلات شبیه شیل نمونه "A" خواهند بود جز اینکه سختی افزایش یافته ی سازند، شیل را نسبت به جریان پلاستیکی کم تمایل تر کرده است.

سی 6.2 گسترش چاه Hole enlargement C.6.2

Reaction with WBM can soften the shale to the extent where it is easily washed out, although this can be limited by use of the correct mud formulation. The shale's may also be competent enough to swell and stress the wellbore to the extent where cavings will be produced (rather than stress relief occurring by plastic flow into the wellbore as with Class "A" shales). With the wrong mud system, instability can be observed even in shales with low (<5%) amounts of swelling minerals.

واکنش با سیال حفاری پایه آبی، می تواند شیل را تا حدی نرم گرداند که بسادگی شسته میشود، گرچه این پدیده می تواند با استفاده از سیال حفاری که درست فرموله شده باشد، کاهش یابد. همچنین شیل ها ممکن است دارای توانایی کافی برای متورم شدن و ایجاد تنش در حفره چاه را به حدی که در مکان تولید ریزش شود، باشند (تا اینکه رفع تنش توسط جریان پلاستیکی به طرف درون حفره چاه همانند شیل های نمونه "A" اتفاق افتد). با سیستم سیال حفاری نادرست، ناپایداری می تواند حتی در شیل هایی با کانی های قابل تورم کمتر از پنج درصد نیز مشاهده شود.

سی 6.3 تویی شدن مته Bit balling C.6.3

Severe bit balling can be experienced in this Class of shales and appears to depend on moisture content, mineralogy, mud type, hydraulics and bit type. There are also suggestions that the ion exchange form of the swelling minerals in the shale can have a large influence. **Calcium shales seem much more prone to balling than sodium-rich varieties.**

تویی شدن شدید مته در این گونه شیل ها می تواند تجربه شود و بنظر می رسد که بستگی به حجم رطوبت، کانی شناسی، نمونه گل حفاری، هیدرولیک و نوع مته دارد. همچنین در اینجا پیشنهاداتی هست که فرم تبادل یونی معدنی های تورم پذیر می توانند در شیل تاثیر بزرگی را داشته باش ر. بنظر میرسد که شیل های کلسیمی خیلی بیشتر از شیل های گوناگون غنی شده از سدیم مستعد تویی شدن هستند.

سی 7.0 شیل های کلاس سی: C.7.0 Class "C" Shale

This shales are firm-hard, low/medium water content, high clay content. The hardness of these shales combined with an appreciable swelling clay content make them prone to caving although hole closure (swelling without caving) is not unknown. **Drilling problems which can occur in Class "C" shales are:**

شیل های کلاس "C" سخت و با ثبات، حاوی آب کم تا متوسط و حاوی رس فراوان می باشند. سختی این شیل های ترکیب شده با یک رس بخوبی تورم پذیر، آنها را مستعد به ریزش کرده است، گرچه مسدود شدن چاه (تورم بدون ریزش) ناشناخته نیست. مشکلات حفاری که میتواند در شیل نمونه "C" اتفاق افتند مانند زیر می باشند:

سی 7.1 مسدود شدن چاه Hole closure C.7.1

Problems are unlikely to be as severe as in Class "A" and "B" shales. Aggressive reaming and high tripping speeds through tight regions may destabilise the wellbore and initiate caving.

این نمونه از مشکلات بعید است که همانند سختی مشکلاتی که در شیل های نمونه "A" و "B" وجود دارد باشند. گشاد کردن شدید و سرعت های بالای چاه پیمایشی (tripping) درون مکان های تنگ چاه ممکن است باعث ناپایداری حفره چاه و شروع ریزش در آن شود.

سی 7.2 ریزش ها Cavings C.7.2

		
تراشه وار Splintery	گوشه دار Angular	قالبی/بشقابی Blocky/platy

Characteristic thin fragments with curved faces can be produced. These may generally remain hard and so can be easily recognised at the shale shakers. Excessive cavings can make hole cleaning difficult and can, in the extreme, result in the hole packing off. The subsequent hole enlargement can add to hole cleaning problems as well as making logging, running casing and cementing difficult.

Cavings (and cuttings) from some Class "C" shales can soften and partially disperse in the mud enroute to the surface, producing a degree of rounding which can make caving events difficult to detect at the shakers.

تکه های نازک ویژه با شکل های منحنی/حلالی می توانند تولید شوند. اینها ذرات ممکن است کلا بصورت سخت باقی بمانند و همچنین بسادگی میتوانند بر روی الک لرزان شناسایی شوند. ریزش های فراوان می تواند تمیز کردن چاه را مشکل ساخته و در نهایت باعث مسدود شدن چاه شود. گشاد شدگی بعدی چاه می تواند بر مسائل تمیز کردن چاه، مشکلات نمودار گیری، مشکلات راندن لوله جداری و مشکل سیمانکاری اضافه گردد. ریزش ها (و کنده های) ایجاد شده از بعضی شیل های کلاس "C" می توانند در راه مسیر خود به بطرف سطح و بیرون چاه نرم گشته و بمقداری هم در سیال حفاری پخش شوند، و همچنین تا حدودی گرد گردند که این پدیده می تواند شناسایی رویداد ریزش را بر روی الکهای لرزان مشکل کند.

C.7.3 Dispersion سی 7.3 پاشیدن

As already noted, some shale may disperse into the mud as cuttings soften although problems are unlikely to be severe. Similarly, mud rings will be rare in these shales. Bit balling may occur but becomes less likely than with Classes "A" and "B".

همانطوریکه اشاره شد، مقداری شیل ممکن است به صورت کنده های نرم شده در سیال حفاری پخش شوند گرچه مشکلات بعید است که شدید باشند. همینطور، حلقه های سیال حفاری در این شیل کم یاب می باشند. تویی شدن مته ممکن است رخ دهد ولی کمتر از آنی است که در شیل های کلاس "A" و "B" میباشد.

C.8.0 CLASS "D" SHALES: سی 8.0 شیل های کلاس دی:

Shales in this category tend to contain predominantly illite or mixed illite/smectite. For example the Jurassic Kimmeridge Clay in the North Sea and Cretaceous Pierre Shale from Utah, USA. **This shale is hard, with moderate water content and high clay content.** Drilling problems will depend both on physical factors (stress, pore pressure) and compositional variations such as the presence and concentration of smectite or swelling mixed layer phases. With these more compacted-and usually older-shales, the fabric (arrangement of minerals within the structure of the shale), and the development of cementitious minerals (carbonates, quartz over growths, authigenic clay minerals) can exert a much greater influence on reactivity than in Class 'A' and 'B' shales.

شیل ها در این رده بندی مایل به داشتن عمدتاً ایلایت (illite) یا مخلوط ایلایت و اسمکتیت (illite/smectite) هستند. برای مثال رس کمبریج ژوراسیک در دریای شمال و شیل پیرکرتاسه از یوتا هستند. این نمونه شیل سخت، محتوای مقدار آب متوسط و محتوای رس فراوان می باشد. مشکلات حفاری به هر دو عامل فیزیکی (تنش، فشار منفذ) و ترکیبات مختلف مانند حضور و غلظت اسمکتیت (smectite) یا بخشهای مخلوط لایه ای متورم شونده مربوط خواهد بود. با این شیل های بسیار فشرده شده و معمولاً پیرتر، ساختمان (ترتیب کانیها در ساختمان شیل)، و توسعه سیمانی شدن کانیها (کربنات ها، کوارتز خیلی رشد کرده، کانی های رس authigenic) میتواند تاثیر خیلی بزرگتری بر روی واکنش داشته باشند تا بر شیل های نمونه "A" و "B".

The high salinity of pore fluids within these rocks may contrast sharply with that of the mud filtrate: many workers have argued that a high salinity contrast will cause the formation to take up water by osmotic processes and that this can be a major cause of wellbore instability.

Drilling problems which can occur in Class "D" shale are:

شوری زیاد سیال های منفذ در این صخره ها ممکن است شدیداً با صافاب سیال حفاری مقابله کند: خیلی از کارکنان بحث کرده اند که مقابله یک شوری زیاد باعث می شود که سازند توسط فرآیند های تراوشی (osmotic) آب جذب کند که این میتواند علت بزرگ ناپایداری حفره چاه باشد. مسائل حفاری که می تواند در شیل کلاس "D" رخ دهد عبارتند از:

C.8.1 Cavings سی 8.1 ریزش ها

These shales will produce characteristically hard, dry curved cavings which are only slightly-to-moderately dispersive in any water based mud. Drilling problems include the formation of cuttings beds with the associated risk of packing off and the production of large amounts of hole fill on trips. Hole enlargement which results from extensive caving can make hole cleaning, directional control and cementing difficult.

این شیل ها مشخصاً ریزش های سخت و خشک انحنایی تولید می کنند که تنها به مقدار کمی تا متوسط در هر سیال حفاری پایه آبی پخش می شوند. مشکلات حفاری شامل سازندی از لایه های کنده ها، همراه با خطر مسدود شدن و ایجاد عمق زیادی از پر شدن چاه در مواقع چاه پیمایی ها (trips) همراه شده است. گشادگی چاه که در اثر ریزش زیاد نتیجه می شود می تواند تمیز کردن چاه، کنترل جهت و عمل سیمان کاری را مشکل سازد.

سی 9.0 شیل های کلاس ای: C.9.0 CLASS "E" SHALES:

This shale's are Brittle with low water content and low-to-high clay content. Class "E" shales are often extremely hard and compacted. They are characteristic of deep, old shales or those which have been subjected to extensive tectonic activity; the Colombian shale sare good examples of the latter. An example of the former case may be the Jurassic shales which are interbedded with the reservoir sands in Stat oil's Sleipner field.

The shales tend to be illitic and contain no, or very little, swelling clays. They are rarely dispersive and fail by caving and heaving into the wellbore, often several days after they have been drilled. **It may be appropriate to subdivide the brittle shales into those which contain communicating microfractures (either natural or induced while drilling) and unfractured shales:**

این نوع شیلها ترد بوده، حاوی آب کم و دارای رس کم تا زیاد می باشند. شیلهای کلاس "E" اغلب خیلی سخت و فشرده می باشند. آنها مشخصه اختصاصی از شیلهای عمیق، پیر یا آنهایی که در معرض فعالیت گسترده زمین شناختی بوده اند می باشند، مانند شیل های کلمبیایی (Colombian shale) که مثالهای خوبی برای آخری هستند. مثالی از حالت قبلی ممکن است شیل های ژوراسیک (Jurassic shales) باشند که با ماسه های مخزن در میدان نفتی اسلاپرشرکت استات ایل (Stat oil's Sleipner field) بصورت لایه لایه وجود دارند.

این شیل ها تمایل به ایلیتیک (illitic) بودن و نداشتن و یا داشتن مقدار خیلی کمی رس های تورم زا دارند. آنها به ندرت پخش شونده هستند، و اغلب بعد از اینکه چند روزی حفاری شده باشند، با جدا شدن و ریزش به درون حفره چاه ایجاد مشکل می کنند. ممکن است صحیح باشد که شیل های ترد را به زیر مجموعه هایی که دارای شکافهای ریز مرتبط به هم (خواه طبیعی بوده و یا زمان حفاری ایجاد شده باشند) و شیل های بدون شکاف تقسیم کنیم:

The reason for making this subdivision is that the failure mechanisms of the 2 types will be different and the preventative approaches adopted in engineering the mud will be different.

Drilling problems which can occur in Class "E" shales are:

دلیل ساختن این زیر مجموعه آن است که مکانیسمهای گسیختگی از دو نمونه متفاوت خواهند بود و دستیابی های پیشگیرانه پذیرفته شده در کارشناسی کردن سیال حفاری متفاوت خواهد بود. مشکلات حفاری که در شیل کلاسه "E" می تواند رخ دهد به صورت ذیل است:

هم آمدن چاه 9.1 Hole collapsesd C.9.1

Small cavings similar to those seen in Class "D" shales can occur, but the mode of failure in these shales is more typically a sudden and often catastrophic collapse which produces large blocky or angular shale pieces. These events will generally occur without warning some time (hours or days) after the unstable zone has been drilled and can quickly pick off the drill pipe. Hole cleaning, efficient cementing and logging and casing problems will be common.

ریزشهای کوچک شبیه آنهایی که در شیل های کلاس "D" دیده شده ممکن است رخ دهد، اما حالت قصور در این شیلها بیشتر نوعا یک رمیش اغلب فاجعه آمیز و سریع می باشد که قطعات بزرگ یا تکه های زاویه دار شیل تولید می کند. این اتفاقات کلا بدون اخطار قبلی و بعضی مواقع (ساعتها یا روزها) بعد از اینکه بخش ناپایدار حفاری شده باشد روی میدهند و تقریبا می توانند لوله حفاری را سریعا بچینند. مشکلاتی از قبیل تمیزکردن چاه، سیمانکاری و نمودارگیری مفید و مشکلات لوله جداری معمول خواهد بود.

Section D: Shale-Water Interactions

بخش دی: فعل و انفعالات شیل و آب

Some wellbore failures in shales can be put down to purely mechanical origins such as high tectonic stresses or over pressured formations. If geological and drilling conditions allow, these situations can be managed by using an appropriately high mud weight.

بعضی از مشکلات حفرة ی چاه در شیلها میتواند به اصول خالص مکانیکی مانند تنش های بالای زمین شناختی (tectonic) یا سازندهای زیر فشار زیاد کاهش داده شوند. اگر وضعیتهای حفاری و زمین شناختی اجازه دهند، این وضعیتها میتواند با استفاده از یک سیال حفاری با وزن بالای دقیق مدیریت شوند.

Where there are chemical (or linked chemical-mechanical) processes involved it is often not possible to give a simple, clear reaction mechanism which explains the processes which take place in the wellbore. There is still considerable debate on how shale's react (particularly with water based muds) and no definitive, unifying theory has been produced. What follows is a detailed discussion of the fundamental chemistry, based on BP Sunbury's current understanding of the processes involved.

جایی که فرآیند های شیمیایی (یا شیمی/مکانیک مرتبط) درگیر می باشند اغلب ممکن نیست که یک مکانیسم واکنش ساده و روشن فرآیند هایی را که در حفرة چاه اتفاق می افتند شرح د اد. هنوز در اینجا بحث های قابل ملاحظه ای درباره اینکه چگونه شیلها واکنش می کنند (مخصوصا با سیالات حفاری پایه آبی) وجود دارد ولی هنوز قطعا نظریه همگونی تولید نشده است. چیزیکه دنبال می شود بحثی مفصل از شیمی پایه، بر اساس درک جاری از فرآیندهای درگیرشونده می باشد.

دی 1.0 چگونه آب وارد شیل میشود D.1.0 How Does Water Get into Shale?

The simple and very obvious first step in the reaction between shale's and WBM is that water penetrates the rock once it is exposed during drilling. Although well sorted and compacted shale shows very low permeabilities, water is able to invade promote the reactions which cause swelling, stress build-up and/or softening.

اولین قدم ساده و خیلی آشکار در واکنش بین شیلها و سیالات حفاری پایه آبی (WBM) آن است که آب موجود در صخره زمانی که آن در هنگام حفاری در معرض سیال حفاری قرار گرفته است، نفوذ می کند. گر چه شیلی که بخوبی دسته بندی و فشرده شده نفوذ پذیریهایی خیلی پایینی را نشان می دهد، آب قادر به نفوذ و افزایش واکنش هایی که باعث متورم شدن، افزایش تنش و یا نرم شدن هستند می باشد.

The classical argument for explaining how water moves from the mud into the shale is that osmosis occurs. (Osmosis is the spontaneous movement of water from a low concentration salt solution to a more concentrated one through a semi-permeable membrane).

This requires that the shale acts as a membrane through which water can pass but not anions or cations. If the salt concentrations (or more correctly the water activities) of the mud aqueous phase and formation fluids differ, water molecules will move from the low concentration regime to that with the higher concentration until the water activities are balanced.

دلیل کلاسیک برای شرح اینکه چگونه آب از سیال حفاری به درون شیل حرکت می کند این است که تراوش اتفاق می افتد. (تراوش (Osmosis) حرکت بی اختیار آب از یک محلول کم غلظت نمک به یک محلول دیگر با غلظت بیشتر از طریق یک غشاء نیمه تراوا می باشد.) لازم است عمل آن است که شیل مانند یک غشا که از طریق آن آب می تواند رد شود ولی آنیون و کاتیون های آن نمی توانند رد شوند، عمل کند. اگر غلظت های نمک (یا صحیح تر فعالیت های آب) فاز آبی سیال حفاری و مایعات سازند متفاوت هستند، ملکول های آب از رژیم کم غلظت به دیگری با غلظت بیشتر تا زمانی که فعالیت های آب متعادل شده باشند حرکت خواهد کرد.

Since shale pore fluids are often more saline than the drilling fluid, water is therefore drawn into the shale and this can cause instability.

از آنجایی که سیالات منفذ شیل اغلب نمکی تر از سیال حفاری می باشند، بنابراین آب به طرف داخل شیل کشیده شده و این می تواند باعث ناپایداری شود.

The concept of osmosis has for many years, given rise to the suggested use of balanced activity muds (i.e. where the activities of the mud aqueous phase and formation fluids are matched) which will prevent these reactions taking place. It is still generally agreed that osmosis is a key mechanism in OBM, where laboratory experiments have shown that shale can be made to swell or shrink simply by changing the activity of the emulsified brine phase. Laboratory data obtained at Sunbury for Oxford Clay. With this clay, the pore fluid has a low salinity so quite low concentrations of salt in the OBM are sufficient to cause clay shrinkage. Balanced activity is between 5 and 10 ppb calcium chloride.

مفهوم تراوش (osmosis) برای سالهای زیادی، پیشنهاد استفاده از سیالات حفاری که فعالیت آنها متعادل باشد (مانند جاییکه فعالیت های فاز آبی سیال حفاری و مایعات سازند همگون شده اند) را افزایش می دهد که آن باعث جلوگیری از اتفاق افتادن این واکنش ها خواهد شد. کلا همچون بزن توافق شده است که تراوش، یک مکانیسم کلیدی در سیالات حفاری پایه روغنی (OBM) می باشد، جایی که تجربیات آزمایشگاهی نشان داده است که شیل بسادگی میتواند با تغییر فعالیت فاز نمکی امولسیون شده مجبور به متورم یا چروک شدن شود. این دانسته های آزمایشگاهی از سنبری (Sunbury) برای خاک رس آکسفورد (Oxford Clay) حاصل گردیده است. در این نوع خاک رس، سیال منفذ شوری کمی دارد، بنابراین غلظت های خیلی کم نمک در گل پایه روغنی (OBM) برای چروک شدن خاک رس کفایت می کند. جهت متعادل کردن فعالیت مقدار کلسیم کلریدی در حدود 5 تا 10 پوند در بشکه لازم می باشد.

In WBM's it is now a widely-held view, however, that osmosis does not occur, for the following reasons:

اکنون در سیالات حفاری پایه آبی (WBM's) یک دیدگاه وسیعی صورت گرفته است که بهرحال بعلت های زیر تراوش اتفاق نمی افتد:

- Low salinity shales (such as Oxford Clay above) do not shrink even when contacted with highly saline fluids, e.g. swellings still occur in 30 ppb NaCl or KCL.

شیل های با شوری کم (مانند Oxford Clay یاد شده بالا) چروکیده نمی شوند حتی وقتی که در تماس با سیالات خیلی شور قرار گیرند، اما برای مثال متورم شدن هنوز در سیالی که دارای سی پوند در بشکه سدیم کلرید و یا پتاسیوم کلرید (30 ppb NaCl or KCL) باشد صورت می گیرد.

• Studies of water transport in shales carried out by AEA Technology in Dorset showed that diffusion rates are not affected by salinity. This work also showed that anions indications diffuse through the shale at similar rates to water molecules. If osmosis was occurring, these ions should be excluded from the shale and water diffusion rates should be affected by salinity changes.

مطالعاتی از حمل آب در شیل ها انجام داده شده که نشان داده است که درجات نفوذ تحت تاثیر شوری قرار نمی گیرند. این عمل همچنین نشان داده است که دلانل نشر آنیون ها در درون شیل با میزانهای مشابه در مولکولهای آب انتشار می یابند. اگر تراوش رخ می داد، این یونها باید از شیل خارج شوند و درجات انتشار آب باید توسط تغییرات شوری متاثر شوند.

• Water diffusion and fluid penetration studies by Shell support the AEA work.

مطالعات نشر آب و نفوذ سیال انجام گرفته توسط شرکت شل (Shell) از پدیده بالا حمایت کرده است.

• If osmosis was important in WBM's containing low concentrations of KCL should be more effective than high concentrations for drilling shallow Tertiary shale's (which tend to have low pore water salinity). Furthermore, too high a KCL level should cause these shales to shrink and hence possibly destabilize. No well documented evidence exists to support this and, in fact, widespread industry experience shows that mud's with salinities much higher than those of the pore fluids are generally the more successful. If osmosis is not a valid mechanism for WBM, how do shales hydrate in these cases? **At least 3 processes can operate:**

اگر تراوش مهم بود در سیالات حفاری پایه آبی حاوی غلظت های پایین پتاسیم کلرید باید خیلی فعالتر از غلظت های بالا برای حفاری شیل های تریاری (Tertiary) کم عمق (که مایل به داشتن منفذ با آب کم شور می باشد) باشد. افزون بر آن، سطح خیلی بالایی پتاسیم کلرید باید باعث شود که این شیلها چروکیدگی واز این رو احیانا ناپایدار شوند. هیچگونه شاهد قابل توجه و مستندی جهت پشتیبانی این نظریه وجود ندارد، در نتیجه، تجربه گسترش یافته صنعتی نشان می دهد که سیالات حفاری با شوریهایی خیلی بیشتر از سیالات منفذ کلا خیلی بیشتر موفق بوده اند. برای اینکه اگر تراوش یک مکانیسم معتبر برای سیال حفاری پایه آبی نیست، چگونه شیلها در این حالات هیدراته می شوند؟ حداقل سه فرآیند می تواند عمل کند:

دی 1.1 نفوذ و انتشار Diffuse D.1.1

Water will diffuse between the shale and the mud and gradual mixing of the two fluids will therefore take place. If the chemical composition and/or concentration of the two fluids are significantly different, shale reactions can occur, resulting in a change in the physical properties of the rock. Diffusion rates for water in shale's will depend on the permeability. Rates impermeabilities for several shale's have been measured by AEA Technology:

آب بین شیل و سیال حفاری انتشار خواهد یافت و بنابراین مخلوط شدن تدریجی دو مایع اتفاق خواهد افتاد. اگر ترکیب شیمیایی و یا غلظت دو سیال مشخصا متفاوت است، واکنش های شیل می تواند اتفاق افتد، که آن منجر به تغییر در خواص فیزیکی صخره می شود. درجات انتشار آب در شیلها به تراوایی آنها بستگی دارد. درجات نا تراوایی برای چندین شیل توسط AEA Technology اندازه گیری شده است:

Shale Type	Porosity (%)	Diffusion Rate (Water) $\times 10^{-10} m^2 s^{-1}$	Convection Rate (Water, 300psi) $\times 10^{-10} m^2 s^{-1}$	Permeability (nanoDarcies)
London Clay	46.0	1.70	-	-
Oxford Clay	35.0	1.90	10.0	500
Carboniferous Shale	14.0	0.23	1.9	70
N. Sea Tertiary (core, 8182')	29.0	1.25	3.4	99
N. Sea Tertiary (core, 5709')	56.0	1.90	-	6,000
Kimmeridge	7.9	0.176	0.24	12

دی 1.2 قرار داد (اختلاف فشار) Convection (Differential Pressure) D.1.2

For reasons of safety and wellbore stability, shales are drilled with a mud overbalance and this positive differential pressure will force fluid into the shale. Increasing the mud overbalance will increase the rate of fluid invasion. The rate at which fluid invades is also governed by the shale permeability.

برای دلانل ایمنی و پایداری حفاره چاه، شیلها با سیال حفاری دارای وزن بیشتر از حد تعادل حفاری میشوند (mud overbalance) و این اختلاف فشار مثبت، سیال را به داخل شیل فشار می دهد. افزایش تعادل وزنی سیال حفاری باعث افزایش میزان هجوم سیال می شود. میزانی که مایع در آن حد نفوذ می کند همچنین توسط نفوذپذیری شیل هدایت می شود.

Because of the very low permeability of the shale, invasion will be slow, compared with materials such as sandstones. Therefore, it is unlikely that any significant mud filter cake will form, and any that does will be more permeable than the shale itself and so will not reduce the rate of fluid loss.

بعلت پایین بودن بسیار زیاد نفوذ پذیری شیل، در مقایسه با موادی شبیه ماسه سنگها نفوذ کردن در آن آرام خواهد بود. بنابراین، و لذا بعید است که کیک صافی مهمی تشکیل شود و هر نوع کیکی که تشکیل شده، نفوذ پذیرتر از خود شیل بوده و بنابراین میزان هرزروی صاف آب را کاهش نخواهد داد.

With OBM's, the oil phase will not invade water-wet shale because of capillary forces/wetting effects, and hence the oil will not cause instability: This is used by Bol to explain the fundamental difference in performance between OBM and WBM. He has calculated that an overbalance of at least 4,000 psi would be needed to force oil into water wet shale.

با سیالات حفاری روغنی (OBM's)، فاز روغن، بعلت نیروهای لوله های موئین/اثرات تر شوندگی، در شیل های خیس شده با آب نفوذ نخواهد کرد، و از این روست که روغن ایجاد ناپایداری نخواهد کرد: این مسئله توسط Bol جهت توضیح تفاوت اصلی در نمایش بین سیال حفاری پایه روغنی (OBM) و پایه آبی (WBM) استفاده شده است. او محاسبه کرده است که فشاری نامتعادل برابر با حداقل 4,000 psi برای فشار دادن روغن به داخل شیل های خیس شده با آب لازم میباشد.

D.1.3 Suction and Expulsion of Fluid by Changes in Rock Stress

دی 1.3 مکش و اخراج سیال با تغییرات در تنش صخره

As shales are drilled, the radial stress is reduced in the rock close to the wellbore (in cuttings the stress is removed completely). This can cause shale to expand (dilate), making the rock under saturated with respect to the pore fluid. In response to this whip the shale sucks water from the mud to reach its new equilibrium moisture content: **if the composition of the water drawn into the shale differs from that of the pore fluid, reactions can occur.**

همچنانکه شیل ها حفاری میشوند، تنش شعاعی در صخره مجاور حفره چاه کاهش می یابد (در کنده ها تنش کاملاً رفع شده است). این پدیده باعث می شود که شیل منبسط (گشاد) شود، صخره را با در نظر گرفتن سیال منفذ به زیر درجه سیر شده می رساند. در پاسخ به این تحرک، شیل آب را از سیال حفاری می مکد تا به تعادل جدید در رطوبت خودش برسد: اگر ترکیب آبی که به داخل شیل کشیده میشود از آبی که در منفذ میباشد متفاوت باشد، واکنش هایی میتواند رخ دهد.

This effect can be very variable and will depend on the stress state of the rock: **for instance in shallow, soft uncemented shales which have high moisture content, where the weight of the overlying sediments is the maximum stress, the rock may compact (the Poisson effect) rather than dilate. In this instance, pore fluid will be expelled and/or the shale will plastically deform into the wellbore.**

این تاثیر می تواند خیلی متغیر باشد ولی به وضعیت تنش صخره بستگی دارد: برای مثال در شیل های کم عمق نرم سیمانی نشده که رطوبت بالایی دارند، جایی که وزن رسوبات روی هم خوابیده دارای حداکثر تنش می باشد، صخره ممکن است بیشتر فشرده (the Poisson effect) شود تا گسترش یابد. در این مثال، مایع منفذ خارج خواهد شد و یا شیل پلاستیک مانند به داخل حفره چاه تغییر شکل خواهد داد.

دی 2.0 آب چکار می کند؟ D.2.0 What Does Water Do?

Once within the shale matrix, the invading mud filtrate may cause reactions which make the shale swell, soften and/or disperse. The exact nature of the reactions and their severity depends on the characteristics of the shale, the drilling conditions, and the chemical composition of the fluid. The consequences of fluid invasion can be conveniently separated into mechanical and chemical effects:

گاهی درون بافت شیل، هجوم صاف آب سیال حفاری ممکن است باعث واکنشهایی که منجر به باد کردن شیل، نرم شدن و یا پخش شدن آن شود گردد. ماهیت دقیق واکنش ها و شدت آنها بستگی به مشخصات اختصاصی شیل، وضعیت های حفاری، و ترکیب شیمیایی سیال دارد. نتایج هجوم سیال میتواند براحتی به اثرات مکانیکی و شیمیایی تقسیم شوند.

The purely mechanical effect can be dealt with in a straight forward way and has been described by Bol in terms of a "pores pressure penetration" model:

بطور کلی اثر مکانیکی می تواند در یک راه درست اقدام کند و آن توسط Bol با شر ایطی در یک مدل (نفوذ فشار منافذ) (pores pressure penetration) شرح داده شده است:

Any invading fluid, driven by a positive differential pressure (mud overbalance) will increase the pore pressure within the matrix, even if no chemical reaction takes place between the rock and the filtrate. The result is reduction in the effective stress on the shale which can, if sufficient, lead to failure. A more detailed discussion of this effect is beyond the scope of these guidelines. Further information can be found in standard soil and rock mechanics texts. The chemical and surface chemical processes that can take place are less well documented and need further discussion. The reactions which occur will be very dependent upon the composition of the invading fluid. It was seen above that ions such as potassium and chloride can readily diffuse into the shale, but many of the larger species present (such as shale inhibiting polymers, fluid loss additives and viscosifiers) are likely to be too large to invade. A known exception is the recent class of glycol additives, which have a relatively low molecular weight, are non-ionic, and as such can readily enter the shale.

In general, though, the invading fluid will mainly consist of water plus simple dissolved ions, so that the reactions will be dominated by ion composition effects (salinity). The implications of this are discussed in some detail below. Firstly, it is helpful to give two definitions:

هر سیال نفوذی، انباشته شده از یک اختلاف فشار مثبت (mud overbalance) فشار درون ملاط (matrix) را افزایش خواهد داد، حتی اگر واکنش شیمیایی بین صخره و صاف آب صورت نگیرد. نتیجه آن کاهش در تاثیر تنش بر روی شیل می باشد که اگر کافی باشد می تواند باعث شکستی گردد. بحث مفصل تر از این خارج از وسعت این خطوط راهنما میباشد. اطلاعات بیشتر می تواند در متون های مکانیکی خاک و صخره یافت شود. فرآیندهای شیمیایی و سطحی شیمیایی که میتواند اتفاق افتند بخوبی مستند نشده اند و بحث بیشتری احتیاج دارند. واکنش هایی که اتفاق می افتند بیشتر به ترکیب مایع نفوذ کننده بستگی خواهند داشت. در بالا دیده شده است که یونهای مانند پتاسیم و کلرید می توانند بی معطلی درون شیل پخش شوند، اما بیشتر نمونه های بزرگ حاضر (مانند پلیمر های جلوگیری کننده شیل، کنترل کننده های صاف آب و تولید کننده گر انرژی ها) به نظر می رسد که برای نفوذ کردن خیلی درشت باشند. یک استثنا شناخته شده نمونه ی اخیر افزودنی های گلیکولی است، که نسبتا وزن ملکولی کمی دارند، غیر یونی می باشند و از این رو بسادگی میتوانند وارد شیل شود. درکل، با آنکه، مایع نفوذ کننده بیشتر شامل آب به اضافه یونهای ساده حل شده می باشد، واکنشها توسط ترکیب فعال یونی (شوری) رهبری خواهد شد. مفهوماتی از این قبیل با بعضی از جزئیات در زیر مورد بحث قرار گرفته است.

دی 2.1 لایه های دوتایی الکتریکی The Electrical Double Layer

These are diffuse layers of electrical charge which surround clay particles in an aqueous suspension. The layers consist of counter ions (cations) which are attracted to the negatively charged clay surface. When two clay particles approach one another close enough, the layers on each begin to interact and a repulsive force is set up. The final separation distance of the particles is determined by a balance between this electrical double layer repulsive force and the attractive forces which operate, namely the Van der Waals attraction.

When the suspending fluid has low salinity (for example distilled water), the electrical double layers extend a considerable distance from the clay surface forcing the particles further apart. As the salinity increases, the layers "collapse" is bringing the particles closer together.

اینها لایه های پراکنده از شارژ الکتریکی هستند که ذرات رس را در یک آویختگی آبی محاصره میکنند. لایه ها محتوای یون های ناهمسوئی (کاتیونها) هستند که به شارژهای منفی سطح رس جذب شده اند. وقتی دو ذره رس به اندازه کافی به هم نزدیک می شوند، لایه های روی هم شروع به فعل و انفعال کرده و یک نیروی دافعه سازمان داده می شود. فاصله نهایی جدایی ذرات با نوعی تعادل بین این لایه های الکتریکی دوتایی با نیروی دفعی و نیروهای جذبی که عمل می کند و جذب (Van der Waals attraction) نام دارد، تعیین می شود.

زمانیکه مایع معلق کننده شوری پایینی دارد (برای مثال آب مقطر)، لایه های دوتایی ای الکتریکی فاصله قابل ملاحظه ای را از سطح رس ایجاد کرده که ذرات را به دور از هم فشار میدهد. همانطور که شوری افزایش می یابد، فرو ریختن (collapse) لایه ها ذرات را به هم نزدیکتر می کند.

دی 2.2 تبادل کاتیون Cation Exchange

Most clay minerals (and in particular the swelling clays and micas) incorporate ion substitutions within the clay structure (e.g. magnesium for aluminium or aluminium for silicon) which gives a permanent negative charge to the clay minerals. This charge is balanced by cations which are absorbed by the clay but which can readily be exchanged for others which are present in an aqueous solution in contact with the clay. For example, a sodium smectite can be converted to the potassium form by contacting the clay with a strong KCL solution. The ion exchange form of the clay will strongly influence its swelling and dispersion behavior.

بیشتر رس های معدنی (و خصوصا رس های متورم شونده و مایکها) جانشینی های یونی را درون ساختمان رس یکپارچه میکنند (مانند مگنزیوم برای آلومینیم یا آلومینیم برای سیلیکون) که یک بار منفی دائمی به رس های معدنی میدهد.

این شارژ توسط کاتیونها یی که توسط رس جذب شده اند متعادل شده اند اما می تواند سهولت برای بقیه که در یک محلول آبی در تماس با رس حضور دارند مبادله شود. برای مثال، یک اسمکتیت سدیمی (sodium smectite) می تواند توسط تماس رس با یک محلول قوی پتاسیم کلرید به فرم پتاسیم تبدیل شود. فرم تبادل یونی رس، رفتار تورم پذیری و از هم پاشیدن آن را قویا تحت تاثیر قرار می دهد.

دی 3.0 شوری و اثرات مخصوص یون D.3.0 Salinity & Specific Ion Effects

In undisturbed shale, all colloidal forces should be equilibrium. The average distance between clay particles will be such that the electrical double layer repulsion is exactly balanced by the attractive forces between the particles: Hence, there is no built-in swelling pressure. If the shale is invaded by a fluid of the same salinity (assuming the ion composition and fluid pressure is the same as that of the pore fluid) there will be no change in this energy balance and the shale will remain stable. If, however, the invading fluid has a lower salinity (higher water activity) than the pore fluid, the pore fluid will be diluted, the electrical double layers around the clays will try to expand and a swelling pressure will build up in the rock. If the swelling pressure is sufficient the shale will fail, by plastic flow, dispersion or caving.

در شیل های دست نخورده تمام نیروهای کلئیدی باید در توازن باشند. میانگین فاصله بین ذرات رس چنان خواهد بود که نیروی دافعه لایه های دوتایی الکتریکی دقیقاً توسط نیروهای جاذبه بین ذرات متعادل شده است: از این رو، در اینجا نیروی تورم ساز وجود ندارد. اگر شیل توسط مایعی با شوری مشابه مورد هجوم قرار گیرد (فرض میشود که ترکیب یون و فشار مایع مشابه با سیال منفذ می باشد) در آنجا تغییری در این تعادل انرژی نخواهد بود و شیل با ثبات باقی خواهد ماند. اگر بهر حال، مایع نفوذی شوری کمتری (بالا تر از فعالیت آب) از مایع منفذ دارد، مایع منفذ رقیق خواهد شد، لایه های الکتریکی دوتایی اطراف رسها سعی به گسترش یافتن میکنند و یک فشار متورم زایی در صخره ایجاد خواهد شد. اگر فشار متورم زایی کافی باشد، شیل توسط جریان پلاستیکی، پاشیدن یا ریزش کردن سست و خراب خواهد شد.

If the invading fluid is more saline than the pore fluid, there is the potential for shale to shrink, although in reality this shrinkage will be small in saline shales and may only give rise to hole problems if the salinity contrast is large: for example if a "freshwater shale" is drilled with seawater mud containing substantial amounts of KCL. (No clear-cut documented evidence exists for this type of failure). As well as being compressed by non-specific high salinity, the electric double layers around clays are strongly influenced by the valency (charge) of the added cations:

اگر آب نفوذی از سیال منفذ شورتر باشد، در آنجا پتانسیلی برای شیل برای چروکیده شدن وجود دارد، گرچه در واقع این چروکیده شدن (shrinkage) در شیل های نمکی کم خواهد بود و تنها ممکن است مشکلات چاه را اگر اختلاف شوری زیاد باشد افزایش دهد: برای مثال، اگر یک "شیل آب شیرین" با یک سیال حفاری آب دریا حاوی مقدار قابل توجهی پتاسیم کلرید حفاری شده باشد. (مدرک روشنی برای اثبات این نمونه از هم گسیختگی وجود ندارد). همانگونه که با مقدار شوری بالا و نا مشخص فشرده میشود، لایه های دوتایی الکتریکی اطراف رس ها توسط (valency (charge) های کاتیونهای اضافه شده قویا تحت تاثیر قرار میگیرند:

The Shultz-Hardy rule states that divalent cations (e.g. calcium and magnesium) are 4 times more effective at collapsing double layers than monovalent ions such as sodium or potassium and that trivalentions (eg aluminium) are 9 times as effective.

Put another way, equivalent effects are obtained from 0.1 molar (5.8 grams/litre) sodium chloride, 0.025 molar (2.8 grams/litre) calcium chloride and 0.011 molar (1.5 grams/litre) aluminium chloride (aluminium salts are used as flocculants in water treatment processes for this reason). This may explain why gypsum muds are effective at preventing dispersion of some shales, particularly those with a low swelling clay content.The above view, although supported by many workers, is somewhat simplistic.

قانون (Shultz-Hardy) بیان میکند که کاتیونهای دوظرفیتی (مانند کلسیم و منگنزیوم / calcium and magnesium) چهار برابر در تخریب لایه های دوتایی موثرتر از یونهای یک ظرفیتی (monovalent) مانند سدیم یا پتاسیم هستند، و همچنین یونهای سه ظرفیتی (trivalentions) (مانند آلومینیوم) نه برابر موثرترند. به طریقی دیگر، تاثیرات یکسان، از میزانهایی 0.1 مولار (5.8 grams/litre) سدیم کلرید، 0.025 مولار (2.8 grams/litre) کلسیم کلرید و 0.011 مولار (1.5 grams/litre) آلومینیوم کلرید بدست آمده اند (نمکهای آلومینیوم بعنوان لخته کننده ها در فرآیندهای درمان آب استفاده شده اند). این ممکن است که توضیح دهد که چرا سیالات حفاری گچ دار (gypsum muds) در جلوگیری از پاشیدن بعضی از شیلها موثرند، خصوصاً آنهایی که دارای "رس کم متورم شونده" هستند. نظریه بالا، گرچه توسط بسیاری از افراد حمایت شده است، ولی تا حدودی ساده انگاری میباشد.

Unless both the activity **and** the chemical composition of the invading filtrate **exactly** matches that of the pore fluid, ion exchange reactions will take place and the composition of the incoming fluid will alter as cations adsorb on, and desorb from the mineral surfaces. Since different ions influence swelling to different degrees, swelling or shrinkage can occur if cation exchange takes place, even when the salinities (or activities) of the fluids are matched.

مگر اینکه هم فعالیت و هم ترکیب شیمیایی صاف آب نفوذ کننده دقیقاً با مایع منفذ همگون باشد، و گر نه واکنش های تبادل یونی اتفاق خواهد افتاد و ترکیب سیال ورودی همچنانکه کاتیون ها بر سطوح کانی جذب و یا از آن دفع می شوند، تغییر می کند. از آنجاییکه یونهای مختلف به درجات مختلف در تورم پذیری اثر می گذارند، متورم شدن یا چروکیده شدن اگر تبادلات کاتیونی اتفاق افتد، میتواند صورت پذیرد، حتی هنگامیکه شوریهایی (با فعالیتهایی) مایعات همگون شده باشند.

Extensive laboratory work on cation exchange reactions with smectites shows that preferred up take of the common cations are in the following order:

کار آزمایشگاهی جامع بر واکنش های تبادل کاتیونی با اسمکتیت ها (smectites) نشان می دهد که در ارجحیت قرار گرفتن کاتیونهای متعارف در دستور زیر خلاصه می باشد:

Na < K < Cs < Mg < Ca < Al	cation uptake for smectites
----------------------------	-----------------------------

This means that if a predominantly sodium shale is drilled with a mud containing calcium ions, calcium will displace many of the sodium ions whereas if a calcium shale is drilled with a fluid containing sodium, displacement of the calcium ions will not be so marked. (Again, this argument is too simplistic: If a high concentration of sodium is present in the mud there is, in effect, an infinite supply of these ions and displacement of much of the adsorbed calcium will occur simply because Na ions greatly outnumber Ca.)

These exchange reactions are much more important in shales which contain swelling clays than in those where they are absent: in the latter case, the use of salinity alone is generally sufficient to give reasonable control. There is some field evidence that suggests that the above order of cation exchange selectivity changes for mixed layer illite/smectites which, being closer to micas in structure, have a stronger preference for potassium. The order appears to become:

این بدان معنی می باشد که اگر شیلی عمدتاً سدیمی با یک سیال حفاری که حاوی یونهای کلسیم است حفاری شده است، کلسیم مقدار زیادی از یونهای سدیم را جابجا خواهد کرد در صورتیکه اگر شیلی کلسیمی با یک سیال حفاری حاوی سدیم حفاری شده است، جابجایی یونهای کلسیمی چندان قابل ملاحظه نخواهد بود. (دوباره این بحث ساده انگارانه است! اگر غلظت فراوانی از سدیم در سیال حفاری حاضر است در اینجا و در نتیجه، تهیه بی نهایت این یونها و جایگزینی هر چه بیشتر کلسیم های جذب شده بسادگی رخ خواهد داد چونکه یونهای سدیم، کلسیم های بیشماری را از سیستم خارج می کنند.) این واکنشهای تبدیلی در شیلهایی که حاوی رسهای متورم میباشند بسیار مهم تر از آنهاست که در آنها رسهای متورم غایب هستند: در آخرین حالت، استفاده از شوری کلا به تنهایی برای کنترلی معقول کافی می باشد.

در اینجا بعضی مدارک میدانی که پیشنهاد میدهند که نظم تبادل یونی یاد شده بالا انتخابی برای تغییر لایه ی مخلوط شده ایلیت/اسمکتیت (illite/smectites) که در ساختار به میکا نزدیکتر می شوند، نمایش قوی تری برای پتاسیم دارند. ترتیب بنظر می رسد که بصورت زیر باشد:

Na < Mg < Ca < K cation uptake for illite/smectites

Na < K < Cs < Mg < Ca < Al	گرفتن کاتیون برای اسمکتیکت ها
cation uptake for smectites	

These two exchange series show that ion exchange will occur unless the composition of the invading fluid exactly matches that of the pore fluid. This concept of matching fluids gives rise to "balanced activity" muds which are good in principle but impractical:

It is difficult to measure the real pore fluid composition which, in any case, can vary from shale to shale within a wellbore.

این دو رشته تبادل نشان می دهند که تبادل یونی اتفاق می افتد مگر اینکه ترکیب مایع نفوذی دقیقاً با مایع درون منفذ همگون باشد. این تصور همگونی سیالها "فعالیت متعادل شده سیالات حفاری" را افزایش می دهد که در اصل مفید بوده، اما عملی نیست: اندازه گیری حقیقی ترکیب مایع منفذ مشکل است، زیرا در هر حالتی می تواند از شیلی به شیل دیگر در یک حفره چاه متغیر باشد.

With regard to the swelling process itself, the actual swelling behaviour of most clays tends to follow the cation exchange series of the mixed layered clays:

با توجه به فرآیند تورم پذیری، رفتار حقیقی تورم پذیری بیشتر رس ها تمایل به دنبال کردن دسته های تبادل کاتیونی از رس های لایه لایه مخلوط دارد:

Na > Ca > Mg > K > Cs > Al	تسلسل تورم پذیری رس	clay swelling sequence
----------------------------	---------------------	------------------------

This series suggests that, if it is not possible to match the composition of the pore fluid precisely, the next best approach is to ensure that any reaction that does occur converts the shale into a lower reactivity form .The swelling series indicates that potassium, caesium, and aluminium ions will all reduce the swelling potential of clays compared with the native Ca, Mg and Na states. The incorporation of these ions into muds will therefore provide good levels of swelling inhibition.

این روش ها بیش نهاد می کنند که، اگر امکان همگونی دقیق با ترکیب مایع منفذ وجود نداشته باشد، بهترین دست یابی بعدی این است که مطمئن باشیم که هر واکنشی که اتفاق می افتد شیل را به یک فرم کم واکنش تری تبدیل می کند. رشته های تورم پذیر نشان می دهند که یونها پتاسیم، سزیوم و آلومینیوم در مقایسه با حالات طبیعی کلسیم، منیزیم و سدیم همگی پتانسیل تورم پذیری رس ها را کاهش می دهند. بنابراین، الحاق این یونها به درون سیالات حفاری درجات خوبی از جلوگیری از تورم پذیری (inhibition swelling) را فراهم می کنند.

In reality, the choice is at present restricted to potassium since caesium is unavailable in a cost effective form and the aqueous chemistry of aluminium ions is complex and difficult to control in a drilling fluid.

To add further difficulty to mud design it should also be appreciated that the composition of the invading fluid will change as the invasion front moves into the shale. As an example, take a fresh water/KCL fluid moving into shale containing sodium smectite:

در واقع، و در حال حاضر و از زمانیکه که سزیوم (caesium) با یک قیمت موثر در دست رس نمی باشد و شیمی آبی یونهای آلومینیوم پیچیده بوده و کنترل آن در یک گل حفاری مشکل می باشد، لذا انتخاب به پتاسیم محدود شده است. برای اضافه کردن مشکلی بیشتر بر طراحی سیالات حفاری، باید رضایت کننده باشد که ترکیب مایع نفوذی همچنانکه نفوذ پیش تاز به داخل شیل حرکت میکند تغییر مییابد. برای مثال، در نظر بگیرید که یک سیالات حفاری با آب تازه و پتاسیم کلرید به داخل شیلی که حاوی sodium smectite می باشد حرکت می کند:

At the wellbore wall, very effective exchange of K for Na will take place and the reactivity of the rock will be lowered substantially. However as it moves through the rock, the invading fluid becomes progressively depleted in potassium and enriched in sodium such that the exchange reaction becomes less complete further into the shale (and hence the reactivity of the shale remains higher). Since the invading front advances in plug flow, shale further from the wellbore first sees this "depleted" filtrate rather than a "clean" KCL fluid: Hence swelling can occur.

Ultimately, as bulk filtrate rich in potassium gets to the reacted zone, it may be possible that potassium exchange may "undo" some of the damage (although laboratory experiments suggest this is not usually the case) but by that time the shale structure may already be sufficiently weakened to cause mechanical failure. **This effect may explain the time-delayed failure seen in some shales.**

در دیواره حفر چاه، تبادل بسیار موثری از پتاسیم برای سدیم اتفاق خواهد افتاد و در نتیجه واکنش صخره اساسا کاهش خواهد یافت. بهر حال مایع نفوذ کننده همانطوریکه به درون صخره حرکت میکند، مرتباً از پتاسیم تهی و با سدیم غنی می شود. به میزانی که هر چه بیشتر به درون شیل نفوذ می کند واکنش تبدیلی کمتر کامل می گردد (و از این رو فعالیت شیل به میزان بالاتری باقی می ماند). از آنجاکه نفوذی پیشتاز در حالت (plug flow) جلو می رود، شیل مجاور حفره چاه در وحله اول با این صاف آب تهی شده برخورد میکند تا یک مایع پتاسیم کلریدی تمیز شده، از این رو تورم پذیری اتفاق می افتد. سرانجام، همچنانکه یک توده صافاب غنی شده از پتاسیم به داخل بخش دوباره فعال شده پیش می رود، آن ممکن است که تبادل پتاسیم مقداری از خرابی را بی اثر کند (گرچه تجربیات آزمایشگاهی پیش نهاد می دهد که معمولاً این علت نمی باشد). اما تا آن زمان ممکن است ساختمان شیل نقداً به قدر کافی ضعیف شده باشد که باعث نقصان مکانیکی آن شود. این تأثیر ممکن است تاخیر زمانی خراب شده و دیده شده در بعضی از شیلها را توضیح دهد.

There is little that can be done about this depletion other than to recognize its existence and that it will be most acute in smectite-rich rock. **The only practical solutions are to:**

در اینجا ترجیها کار کمی در باره این تخلیه (depletion) تا اینکه تشخیص وجود آن می توان انجام داد و اینکه آن در صخره اسمکتیت غنی شده smectite-rich/خیلی حاد خواهد بود. تنها راه حل های عملی اینها خواهند بود:

a. Begin with a mud which has a high effective concentration of potassium (e.g. by running a fresh water rather than seawater mud and/or by raising the level of potassium chloride). In this way, depletion of potassium below an effective concentration may be delayed long enough that the section can be cased off before the on set of problems.

الف: بودن با سیال حفاری که یک غلظت موثر بالایی از پتاسیم را داراست (مانند، ترجیحا با استفاده از یک سیال حفاری با آب تازه تا آب دریا و یا با افزایش سطح پتاسیم کلرید). در این راه، تخلیه پتاسیم به پایین تر از غلظت موثر، ممکن است به قدر کافی تاخیر ایجاد کند که آن بخش را بتواند تا قبل از مرحله مواجهه با مشکلات ایمن گردد.

b. Avoid excessive mud weights - and hence reduce the rate of filtrate invasion. **In summary, both the salinity and ion composition of the mud aqueous phase must be considered when selecting an inhibitive WBM.**

ب: از سیال حفاری با وزن های بالا اجتناب کنید، و از این رو میزان هجوم صاف آب را کاهش دهید. بصورت خلاصه، لازم است که هم میزان شوری و هم ترکیب یونی فاز آبی سیال حفاری در هنگامیکه یک سیال حفاری پایه آبی بازدارنده (inhibitive) انتخاب میشود، مورد توجه قرار گیرند.

Section E. How Different Mud Components Work
بخش ای: چگونه ترکیبات گوناگون سیال حفاری کار می کنند

ای 1.0 سیالات حفاری پایه آبی E.1.0 Water Based Muds

The current view is that the inhibition provided by water based muds will always fall short of that achievable with oil based systems, simply because it does not appear possible to totally prevent the ingress of water, using current technology. Nonetheless, steps can be taken to maximise inhibition levels in WBM's.

As already discussed, the salinity of the mud plays an important role, but, in addition, materials such as polymers can be added to minimize filtrate invasion and/or to act as encapsulate to physically hold or 'glue' the shale together. The function of different inhibiting chemicals and the rationale behind their use is discussed below:

منظور کنونی آن است که میزان بازدارندگی (inhibition) فراهم شده توسط سیالات پایه آبی همیشه کمتر از آنی است که با سیستم های پایه روغنی حاصل می گردد، شرح آن ساده است، چونکه بنظر نمیرسد که کاملاً ممکن باشد از نفوذ آب با استفاده از فن آوری حال حاضر جلوگیری کرد. با وجود این، قدم هایی در افزایش سطوح بازدارندگی (inhibition) مهار سیالات پایه آبی می توان برداشت.

همانطوریکه نقداً بحث شده، میزان شوری سیال حفاری نقش مهمی بازی میکند، اما، علاوه بر آن، موادی مانند پالیمرها می توانند جهت کاهش هجوم صاف آب و یا جهت عمل پوشینه سازی (encapsulate) جهت چسباندن یا جذب فیزیکی شیل ها به یکدیگر اضافه شوند. اعمال مختلف جلوگیری کردن (inhibiting) مواد شیمیایی و تفکر موجود در پس استفاده از آنها در پایین شرح داده شده است.

E.1.1 Salts نمکها

a. Salinity شوری

As shown in the previous section, the addition of a sufficient amount of any salt to WBM will cause compression of the electric double layers surrounding clay particles and will therefore reduce shale swelling and dispersion. **In non-swelling clays, where cation exchange is not a strong driving force**, the use of a suitably saline fluid should be sufficient to give reasonable shale inhibition. **When swelling clays are present**, it will be necessary to add cations which will undergo selective ion exchange and thereby suppress swelling.

Several ions, including ammonium, potassium, cesium, calcium and aluminium, are effective. Potassium is the most frequently used cation because of its effectiveness, low cost, availability and compatibility with other mud additives.

همانطوریکه در بخش قبلی نشان داده شده، اضافه کردن مقدار کافی از هر نمکی به سیالات پایه آبی (WBM) باعث تراکم لایه های دو لنگه الکتریکی که تکه های رس را احاطه کرده اند شده و بنابراین متورم شدن و پاشیدن شیل را کاهش میدهد. در رسهایی که متورم نمی شوند، جاییکه تبادل کاتیونی یک نیروی محرکه قوی نیست، استفاده از یک سیال حفاری نمکی مناسب برای ایجاد بازدارندگی (inhibition) منطقی شیل باید کافی باشد. زمانیکه شیل های تورم پذیر حضور دارند، لازم خواهد بود که کاتیون ها اضافه شوند که تبادل یونی گزینشی را تحمل خواهند کرد و بدین وسیله متورم شدن را توقف میدهند. بیشتر یونها، شامل آمونیم، پتاسیم، سزیوم، کلسیم و آلومینیم موثر می باشند. پتاسیم کاتیونی است که غالباً بعلت موثر بودنش، هزینه پایین آن، موجود بودن آن و سازگاریش با سایر مواد افزودنی سیال حفاری، بخوبی استفاده می شود.

b. Potassium پتاسیم

Potassium will contribute to inhibition (like any salt) because of the salinity it provides, but there are specific ion effects (benefits) as discussed in previous section. The potassium ion is particularly effective at reducing both the swelling and dispersion of shales. The precise way in which it functions is still not fully understood. One theory relates to the size of the hydrated ion. Potassium may fit snugly into 'holes' in the clay structure, thereby reducing the effective surface charge, whereas most other ions are too large to do this. Indeed, a correlation appears to exist between ion size and inhibition, which would account for the effectiveness of other small ions such as ammonium and cesium which have a similar size to potassium. Other less well-established theories focus more on hydration energies, and the effects of ion type on water structure within the clay matrix.

پتاسیم در بازدارندگی (inhibition) (مانند هر نمکی) بعلت شوری که ایجاد میکند شرکت میکند، اما اینجا تأثیرات خاص یونی (منافع) همانطور که در قسمت قبلی بحث شده وجود دارند. یون پتاسیم خصوصاً در کاهش دادن هم متورم شدن و هم بخش شدن شیل ها موثر است. نظریه دقیقی که آن بدان وسیله عمل می کند هنوز درک نگردیده است. یک نظریه به اندازه یون هیدرات شده مربوط میشود. پتاسیم ممکن است بر احتی در سوراخهای ساختمان رسها جا بگیرد، بدینوسیله باعث کاهش تأثیر شارژ سطحی میشود، در صورتیکه اکثر یونها بسیار بزرگتر از آنند که این کار را انجام دهند. در حقیقت، به نظر میرسد که ارتباطی بین اندازه یون و عمل جلوگیری (inhibition) وجود دارد، که تاییدی برای تأثیرات بقیه یون های کوچک مانند آمونیم و سزیوم که اندازه ای شبیه پتاسیم دارند می باشد. بقیه تئوریهای که کمتر ثابت شده اند بیشتر بر انرژیهای هیدراسیون (hydration)، و تأثیرات نمونه یون بر روی ساختمان آب درون بافتی رس تمرکز دارند.

E.1.2 Polymers پلیمرها

a. Partially hydrolysed polyacrylamide (PHPA) الف. پی اچ پی

PHPA is a common additive in inhibitive polymer mud systems. The most frequently used PHPA's have molecular weights in the range 7 to 14 million and have approximately 30% of the acrylamide groups hydrolyzed to acrylic acid. These properties are viewed as optimum following several laboratory evaluations of different materials. The molecules are therefore large (if the polymer chain is fully extended it can be of the order of 10 microns long) and anionic (negatively charged).

ماده (PHPA) یک افزودنی معمول در سیستم گل نگهدارنده (inhibitive) پلیمری میباشد. نوع مواد (PHPA's) که معمولاً بیشتر استفاده می شوند دارای وزن های ملکولی درگسترده ای از 7 تا 14 میلیون و دارای تقریباً 30% از گروه های (acrylamide) هیدرولیز شده در اسید (acrylic) میباشند. این خواص از تعقیب مساعدترین ارزیابی های آزمایشگاهی از مواد مختلف در دیدگاه قرار گرفته است. بنابراین مولکولها بزرگ (اگر زنجیره پلیمر کاملاً گسترش یافته است، میتواند طبق ترتیب به بلندی 10 میکرون باشد) و انیونیک (شارژ منفی) می باشند.

In distilled water or dilute salt solutions the PHPA chains will be extended because the anionic groups in the molecule will repel one another. A solution of 1 ppb of the polymer under these conditions will be viscous and will often exhibit a characteristic "stringiness".

زنجیرهای (PHPA) در آب مقطر و یا محلولهای رقیق شده نمکی گسترش می یابند چون که گروه های آنیونیک در ملکول یکدیگر را دفع میکنند. محلولی از یک پوند از پلیمر در بشکه تحت این وضعیت ها گران رو خواهد بود و اغلب یک مشخصه رشته ای شدن را نمایش می دهند.

As the salinity is raised, say by adding 30 ppb KCL, the charges on the anionic groups are screened from one another and the mutual repulsions are reduced. In this situation the polymer forms loose coils and gives a much less viscous solution. PHPA inhibits shales by adsorbing strongly on clay surfaces and edges. Because the polymer is large in relation to the dimensions of most clay particles, it can bridge between several mineral grains and reduce dispersion and erosion of the shale. Several studies have been carried out to understand the inhibition mechanism:

با افزایش میزان شوری، مثلاً بگوئیم با اضافه کردن سی پوند در شبکه پتاسیم کلرید، شارژهای روی گروه های آنیونیک از یکدیگر الک می شوند و رانشهای دوتایی متقابل کاهش می یابند. در این وضعیت پلیمر حلقه های سستی تشکیل می دهد و محلولی خیلی کم گرانرو را تولید می کند. ماده (PHPA) با جذب شدن قوی بر روی سطوح و جوانب رس باعث بازدارندگی (inhibits) شیل میشود. بعلت اینکه پلیمر در رابطه با اندازه های بیشتر ذره های رس بزرگتر است، می تواند بین تعدادی از دانه های کانی پل ایجاد کند و باعث کاهش پخش شدن و سایش شیل شود. مطالعاتی چند در درک مکانیسم بازدارندگی (inhibition) انجام گردیده است.

The agreement is that adsorption of PHPA is increased in the presence of salt and that adsorption occurs both on the edges and flat faces of clay minerals. The presence of trace amounts of calcium may enhance adsorption by forming "bridges" between the polymer and the clay surface: this has not been proven conclusively and does not appear to be critical for the PHPA to provide inhibition.

Because the pore diameters in most shales are small (often considerably below 1 micron), PHPA will not penetrate into the bulk but will only adsorb on the surfaces of cuttings and the wellbore.

توافق بر آن است که جذب (PHPA) در حضور نمک افزایش می یابد و عمل جذب، هم روی نبشها و هم روی سطوح صاف کانی های رسی رخ می دهد. حضور مقدار کمی از کلسیم ممکن است جذب را با تشکیل پلهایی بین پلیمر و سطوح رس افزایش دهد: این قطعاً تایید شده نیست و بنظر نمی رسد که برای (PHPA) جهت تهیه بازدارندگی (inhibition) بحرانی باشد. چونکه قطره های منفذ در بیشتر شیلها کوچک می باشند (اغلب پایین تر از یک میکرون قابل ملاحظه می باشد)، (PHPA) به درون توده نفوذ نمی کند اما فقط بر روی سطوحی از کنده ها و حفره چاه جذب خواهد شد.

Several laboratory studies have shown that PHPA does not reduce swelling or softening of shale's, most probably because the loosely packed coils on the surface do not form ineffective barrier against the migration of filtrate. The role of PHPA as an inhibitor therefore appears to be to form a slick surface coating that reduces dispersion of cuttings and the erosion of the wellbore wall. This process is often referred to as shale encapsulation.

مطالعات آزمایشگاهی نشان داده است که (PHPA) متورم شدن و یا نرم شدن شیلها را کاهش نمی دهد، و به احتمال زیاد مانند لوله پیچ های سست فشرده شده بر روی سطح مانع بی اثری را در مقابل مهاجرت صاف آب تشکیل نمی دهد. بنابراین نقش (PHPA) به مانند یک بازدارنده (inhibitor)، بنظر میرسد که تشکیل یک سطح پوششی لغزنده را میدهد که پخش شدن کنده ها و ساییدگی حفره چاه را کاهش می دهد. این پدیده اغلب به شیل پوشینه ای (encapsulation) نسبت داده می شود.

b. گوانتان گام Xanthan Gum

Xanthan gum is added to many polymer muds to give the necessary shear-thinning rheology, and provide hole cleaning. The molecules will adsorb on shale minerals but are not held as strongly as PHPA and their rigid rod-like shape means that they are **not very effective encapsulators. Xanthan will not reduce water uptake but appears to make a positive, if small contribution to reducing dispersion.**

ماده Xanthan gum به بسیاری از سیالات حفاری پالیمری برای تولید shear-thinning rheology لازم و تمیز کردن چاه اضافه میشود. مولکول ها بر روی کانی های شیل جذب میشوند اما مانند (PHPA) قویا جذب نمیشوند و شکل میله مانند سخت آنها بدین معنی است که خیلی در پوشینه ای کردن (encapsulators) موثر نیستند. زانتان آب جذب شونده را کاهش میدهد اما بنظر میرسد که مشارکت مثبتی اگر چه کم در کاهش پخش شدن را دارد.

c. مشتقات سلولز Cellulose Derivatives

PAC and CMC are sometimes claimed to be shale inhibitors although their main functions are to provide fluid loss control and/or viscosity (**the viscosity contribution depends on the molecular weight of the polymer**).

Like the other polymers discussed here, they will adsorb on shale's and will make a small contribution to reducing dispersion (these polymers would be expected to be slightly more inhibitive than Xanthan Gum but significantly less inhibitive than PHPA). Again, there is no evidence to suggest that PAC or CMC will slow the absorption of water by the shale.

پلی آنیونیک سلولز (PAC) و سی ام سی (CMC) ادعا شده است که مواد جلوگیری کننده (inhibitors) شیل هستند گر چه کار اصلی آنها کنترل صاف آب و یا تولید گران روی می باشد. (شرکت در گران روی بستگی به وزن ملکولی پالمر دارد). همانند سایر پالمرهایی که در اینجا مورد بحث قرار گرفته اند، این نوع نیز بر روی شیل ها جذب می شوند و مشارکت کوچکی در کاهش پاشیدگی خواهند داشت (از این پالمرها می توان انتظار داشت که کمی بیشتر از Xanthan Gum) مهارکننده (inhibitive) باشند، اما وخصوصا از (PHPA) کمتر بازدارنده (inhibitive) هستند. ولی در اینجا شواهدی که پیشنهاد دهد که پلی آنیونیک سلولز یا سی ام سی (PAC or CMC) جذب آب توسط شیل را آهسته/کاهش میکنند، وجود ندارد.

On a cautionary note, low viscosity CMC can be mild clay dispersant (thinner), particularly in low salinity systems when used in concentrations above about 4 ppb. There may, therefore, be the potential for high levels of CMC to cause some instability in some shales although no definitive studies appear to have been carried out in this area.

در یک توجه احتیاط آمیز، سی ام سی (CMC) کم گران رو میتواند رقیق کننده (thinner) ملایمی برای رس، خصوصا در سیستم های کم نمک وقتی که در غلظت هایی بیشتر از حدود چهار یون در شبکه استفاده می شود، باشد. بنابراین در آنجا ممکن است که پتانسیلی برای مقادیر بالایی از سی ام سی (CMC) جهت ایجاد میزانی از نا پایداری در بعضی از شیل ها باشد گرچه بنظر می رسد که مطالعات قطعی در این زمینه انجام نگردیده است.

d. نشاسته Starch

Starch forms a colloidal dispersion of microscopic particles in a mud rather than "dissolving" in the aqueous phase like CMC, PAC etc. It is used for fluid loss control which it gives by blocking pores in permeable formations and filter cakes. Starch gives no shale inhibition. While Xanthan Gum, CMC, PAC and starch do not provide significant levels of inhibition in micro-porous shales, they become very important in shales that are either naturally fractured or fracture during the drilling process.

نشاسته ترجیحا یک پاشندگی کلونیدی از ذرات میکروسکوپی در سیال حفاری تا حل شدن در فاز آب مانند (CMC)، (PAC) و غیره، تشکیل میدهد. نشاسته برای کنترل صاف آب استفاده میشود که آن با مسدود کردن منافذ در سازند های نفوذ پذیر و ایجاد کیکهای صافی (filter cakes) حاصل می گردد. نشاسته مهارکننده (inhibition) شیل نمیشود. زمانیکه (Xanthan Gum, CMC, PAC) و نشاسته دارای اثر بازدارندگی (inhibition) مهمی در شیل های دارای منافذ ریز میباشند، ولی در شیل هایی که طبیعتا دارای شکستگی هستند و یا در هنگام فرآیند حفاری ترک خورده اند خیلی اثر بخش نیستند.

In these rocks the polymers are able to enter and seal off any microfractures, thereby limiting water ingress and (presumably) preventing extensive propagation of the fractures. These additives will also be needed to give fluid loss control in any adjacent sand or silt formations. With these points in mind, conventional fluid loss additives should always be maintained at useful levels when drilling shale.

در اینگونه صخره ها پالمرها قادرند تا وارد هر شکستگی ریزی (microfractures) شده و آن را بپوشانند و بدینوسیله نفوذ آب را محدود کنند و احتمال می رود که از توسعه وسیع ترک ها نیز جلوگیری کنند. این مواد همچنین برای کنترل صاف آب در سازند های ماسه ای و یا لجنی مورد احتیاج باشند. با به خاطر سپردن این نکات، همیشه باید مقادیر مفیدی از افزودنیهای متعارف کنترل کننده صاف آب در زمان حفاری شیل در سیالات حفاری محفوظ داشت.

ذ.رقیق کننده ها Thinner ها

Thinners (for example, lignosulphonates, polyacrylates, styrene polymers, vinyl polymers etc.) are used to reduce the viscosity of muds by deflocculating drill solids. While the use of thinners is important in controlling mud properties and minimizing volumes, the possible impact of their use on shale inhibition must be born in mind: If thinners can deflocculate clay drill solids, they also have the potential to disperse the shales which make up the wellbore. These materials should only be added to inhibitive muds when absolutely necessary (and then only after pilot testing) and alternative approaches, such as whole mud dilution, should be considered in preference.

رقیق کننده ها مانند (lignosulphonates, polyacrylates, styrene polymers, vinyl polymers etc.) که خاصیت جلوگیری از لخته ای شدن جامدات حفاری را دارند برای کاهش گران روی سیالات حفاری استفاده می شوند. همانگونه که استفاده از تینرها در کنترل خواص سیال حفاری و کم کردن حجم آنها مهم است، امکان تاثیر استفاده از آنها در بازدارندگی (inhibition) شیل باید بخاطر سپرده شود: اگر رقیق کننده ها می توانند از لخته شدن کنده های حفاری رسی جلوگیری کنند، آنها همچنین پتانسیل پراکنده سازی شیل های ایجاد شده در حفاره چاه را نیز دارند. این مواد باید فقط به سیالات حفاری نگاهدارنده (inhibitive) و در زمانیکه مطلقا به آنها نیاز است و ترجیحا بعد از انجام آزمایش راهنما افزوده شوند. خصوصا اگر رقیق سازی تمام سیال حفاری در دستور کار قرار گیرد آزمایش راهنما ضروری می باشد.

E.1.3 Particulate Additives مواد مخصوص

a. Gypsum الف. گچ

Gypsum (calcium sulphate) is slightly soluble and provides a low concentration of calcium ions in a cheap, easily usable form. Gypsum dissolves quickly to give a saturated solution (500–1,000ppm calcium) and acts as a good "store" of calcium ions: **as calcium is taken up by the shale, more gypsum dissolves to maintain the concentration in solution.** This low concentration of calcium will provide a small amount of inhibition by keeping the clay minerals in the shale flocculated and hence dispersion is reduced. Because of the flocculating power of gypsum it improves the solids tolerance of muds and increases the efficiency of secondary solids removal processes. This helps to reduce mud volumes when drilling dispersive shales. For this application gypsum can be run as the sole "inhibiting" additive or in conjunction with KCL, seawater etc.

جیپسم (calcium sulphate) کمی حلال است و غلظت کمی از یونهای کلسیم در شکلی ارزان و ساده برای استفاده فراهم می کند. جیپسم سریعا برای تولید یک محلول اشباع (500–1,000ppm calcium) حل می شود و مانند انبار خوبی از یونهای کلسیم عمل میکند: **همانطوریکه کلسیم توسط شیل جذب می شود، جیپسم بیشتری برای تامین غلظت در محلول حل می شود.** این غلظت پایین کلسیم مقدار کمی بازدارندگی (inhibition) با لخته کردن کانی های رسی موجود در شیل ایجاد می کند و از این رو پراکنش کاهش میابد. جیپسم بعلت قدرت لخته سازی خود تحمل جامدات در سیالات حفاری را بهبود میبخشد و بازدهی ثانویه فرآیند های انتقال/جدا سازی جامدات را افزایش میدهد. این عمل کمک به کاهش حجم های سیال حفاری در زمان حفاری شیل های پراکنشی می کند، برای این خواسته جیپسم به تنهایی می تواند به عنوان تنها جلوگیری کننده "inhibiting" و با همراه با پتاسیم کلرید، آب دریا و غیره استفاده گردد.

b. Lime ب. آهک

Lime muds have been used extensively, and with some success, in areas such as the Gulf of Mexico but have generally performed poorly elsewhere. The muds have a characteristic high pH (due to the lime) and are commonly used in conjunction with lignite derivatives. The level of inhibition attainable with these muds is, at best, only moderate and the inhibition mechanism are not clear, although two possibilities have been suggested:

سیالات آهکی بصورت گسترده استفاده شده اند، که با موفقیت های کمی در جاهایی مانند خلیج مکزیک همراه بوده، ولی کلا در جاهای دیگر نمایش ضعیفی داشته اند. اینگونه سیالات حفاری که دارای نشانه ویژه یعنی پی اچ بالا (بعلت استفاده از آهک) می باشند و معمولا همراه با مشتقات لیگنیت (lignite) مورد استفاده قرار گرفته اند. سطح بازدارندگی (inhibition) قابل دست یابی با این گونه سیالات حفاری، در بهترین حالت، فقط مختصر بوده و مکانیسم مهار کنندگی (inhibition) مشخص نیست، گر چه دو امکان زیر پیش نهاد گردیده است:

- the high pH (about 12) of these systems will tend to inhibit clay dispersion.

پی اچ بالای (حدود 12) این سیستم ها تمایل به ایجاد مانع در پاشندگی رس دارند.

- the lime may undergo a cementing reaction with the shale, particularly at temperatures above about 200°F. It is reasonable to suppose that this reaction will strengthen the shale.

آهک ممکن است یک واکنش سیمانی شدن را باشیل و خصوصا در حرارت های بالا تر از حدود 200°F را تحمل کند. و آن معقول است که فرض شود که این واکنش شیل را پایدار میسازد.

ث. گیلسونیت، آسفالتها و مشتقات آنها (Gilsonite, asphalts and derivatives)

Gilsonites and asphalts are used as fine powders which disperse into the mud. Some derivatives, such as Soltex, also contain soluble components. These additives are assumed to provide inhibition by softening at down hole temperatures, and plastering the wellbore wall to form a competent, water-impermeable layer. Their inhibitive qualities are the subject of debate and the field performance of the products is variable.

گیلسونیت ها و آسفالتها (Gilsonites and asphalts) به عنوان پودرهای ریزی که درون گل پخش می شوند استفاده شده اند. بعضی مشتقات، مانند (Soltex)، همچنین حاوی ترکیبات قابل حل می باشند. این مواد فرض شده است که با نرم گشتن در حرارت های عمق چاه تامین بازدارندگی (inhibition) می کنند، و حفره چاه را جهت تشکیل یک لایه عالی ضد نفوذ آب پلاستر می کنند. کیفیت های بازدارندگی (inhibitive) آنها موضوع مورد بحث بوده و عملیات میدانی این محصولات متفاوت می باشد.

Because of their particulate nature and the fact that they are deformable, it is likely that these materials will be most effective in fractured shales where they should effectively seal microfractures. **They would not be expected to contribute greatly to inhibition in young, plastic shales such as the Tertiary North Sea formations.**

بعلت طبیعت خاص این مواد و حقیقتی که آنها تغییر شکل پذیر هستند، محتمل می باشد که این مواد در شیل های شکاف دار جاییکه آنها باید بخوبی شکافهای ریز را آب بندی کنند موثرترین می باشند. از آنها نمی توان انتظار داشت که خیلی زیاد در بازدارندگی (inhibition) شیل های جوان و پلاستیکی مانند سازنده های تریاری دریای شمال شرکت کنند.

د. بنتونیت (Bentonite)

Bentonite clay (gel) is still added to some so-called inhibitive mud systems for rheology and fluid loss control. This material will not inhibit shales (indeed it is the most active component of many reactive shales) and it should be used sparingly-or preferably not at all. Any bentonite in the mud will react with inhibitors such as PHPA, potassium, glycol or cationic polymer: **this will reduce the amount of these additives available for true shale inhibition and may change mud properties significantly.**

بنتونیت (gel) هنوز به سیستم هایی که سیالات حفاری بازدارنده (inhibitive) نامیده می شوند برای رالوژی و کنترل صاف آب اضافه می شود. این ماده جلوگیری کننده (inhibit) شیل نخواهد بود (آن در حقیقت فعال ترین ترکیب تشکیل دهنده بیشتر شیل های واکنشی میباشد) و آن باید برای صرفه جویی استفاده شده یا ترجیحا هرگز استفاده نگردد. هر بنتونیتی در سیال حفاری با مهارکننده هایی (inhibitors) مانند PHPA، پتاسیم، گلیکول یا پالمر های کاتیونی واکنش نشان می دهد. این عمل مقدار افزودنی های موجود برای مهار (inhibition) حقیقی شیل را کاهش می دهد و ممکن است خواص سیال حفاری را به نحو قابل ملاحظه ای نیز تغییر دهد.

ای 1.4 مواد افزودنی جدید سیال حفاری (New Mud Additives)

The two major new mud types can be named: **glycol muds and cationic muds.**

دو نمونه اصلی از سیالات حفاری جدید را میتوان: سیالات حفاری گلیکولی و سیالات حفاری کاتیونیک نام برد.

الف. گلی کول و گلی سرولز (Glycols and glycerols)

The use of glycols and glycerol WBM additives has had some credibility since about 1990. There are several glycol and glycerol species which give good shale inhibition when added to WBM at levels of 10% or less. Glycols can be added to many conventional mud types to increase inhibition. They are most commonly added to KCL/polymer muds although sodium chloride/glycol and gypsum/glycol muds have also been used successfully. Gel/glycol combinations have been less effective and in general should be avoided. Not all glycols give equally good shale inhibition and at present the industry is concentrating on **ethylene glycol/propylene glycol (EO/PO) copolymers** and glycol ethers.

استفاده از افزودنی های سیالات حفاری پایه آبی مانند گلیکولها و گلی سرول مقدار اعتبار از حدود 1990 داشته اند. در اینجا نمونه هایی از گلیکول و گلی سرول وجود دارند که بازدارندگی (inhibition) شیلی خوبی را زمانیکه به مقدار ده درصد و یا کمتر به سیال حفاری پایه آبی اضافه شوند ایجاد میکنند. گلیکول ها می توانند به نمونه های زیادی از سیالات حفاری متعارف جهت افزایش بازدارندگی (inhibition) اضافه شوند. آنها معمولاً بیشتر به سیالات حفاری مانند پتاسیم کلرید/پولیمز (KCL/polymer) افزوده شده اند، گرچه همچنین در سیالات حفاری سدیم کلرید/گلیکول (sodium chloride/glycol) و جیپسوم/گلیکول (gypsum/glycol) با موفقیت استفاده گردیده اند، ترکیبات ژل/گلیکول (Gel/glycol) کمتر موثر بوده است و کلاً باید فراموش شود. همه گلیکول ها بازدارندگی (inhibition) شیلی خوب و همگونی نیستند و در حال حاضر استفاده صنعتی بر روی پلیمرهای چندتایی اتیلن گلیکول/پروپیلن گلیکول (EO/PO) و گلیکول های اتری توجه دارد.

Compounds which contain a high percentage of propylene oxide are not as inhibitive although they appear to be effective lubricants, anti bit balling additives and (possibly) pipe release agents. An earlier product (Hydrafluids HF100) based on a mixture of glycerols has also been used to good effect but suffers certain disadvantages including cost effectiveness, product variability and its effect on other mud properties.

ترکیباتی که حاوی درصد بالایی از پروپیلین اکسید (propylene oxide) هستند مطابق معمول مهارگر (inhibitive) نیستند گرچه بنظر می رسند که روان کننده های موثر، افزودنی های ضد تویی شدن مته و احتمالاً عوامل آزاد کننده لوله می باشند. همچنین یک محصول قدیمتر (Hydrafluids HF100) بر پایه مخلوطی از گلی سرولها (glycerols) با تاثیر خوبی استفاده شده بود. اما از زیانهای مطمئنی شامل هزینه های موثر، نا پایداری محصولی (متغیر بودن) و تاثیر گذاشتن بر دیگر خواص سیال حفارینج می برد.

The shale inhibiting mechanisms of glycols are still not fully understood but the following points are known:

مکانیسم های مهارکردن (inhibiting) شیل گلی کولها هنوز کاملاً درک نشده است ولی نکات پایین شناسایی شده اند:

• At the levels used (3 to 10% by volume of the mud liquid phase), glycols will not reduce the chemical activity of the water phase to a level that can explain their performance in terms of osmosis (laboratory work shows that, in common with other WBM, osmosis is not a credible mechanism for glycol muds).

در میزان های استفاده شده (3 تا 10 درصد حجمی از فاز مایع سیال)، گلیکولها فعالیت شیمیایی فاز آب را به حدی که بتوان عملکرد آنها را از لحاظ تراوش شرح دهد کاهش نمیدهد (کار آزمایشگاهی نشان میدهد که، در اشتراک با سایر سیالات حفاری پایه آبی، تراوش یک مکانیسم معتبر برای گلیکولهای نخواهد بود).

• The molecules are small: typically molecular weights are a few hundred to a few thousand - compared with PHPA which has a weight of the order of millions. The molecular dimensions are therefore too small to suggest the glycols act as bridging polymers.

مولکولها کوچک می باشند: نوعاً وزن های ملکولی در مقایسه با PHPA که وزنی در حدود میلیون ها دارد حدود چند صد و چند هزار می باشد. بنابراین اندازه های ملکولی گلیکول برای اینکه پیشنهاد شود که گلیکول مانند پلیمر هایی که ایجاد یازدازندگی می کنند میباشد، بسیار کوچک می باشند.

• Their small size suggests that many of these molecules will be able to enter shale pores along with water and salts. They therefore have the potential to form hydrogen bonds with clay surfaces (adsorption studies and entropy considerations suggest they will do it in preference to water) and may therefore interfere with normal shale hydration processes.

Shale **hardening** is observed with some glycols as evidenced from laboratory tests in Sunbury, this hardening effect correlates with the high inhibition levels achievable and perhaps suggests exchange of some of the water in the shale for glycol. However, the exact reason for hardening has not yet been established. **The actual mode of action may vary with the type of glycol:**

اندازه کوچک آنها پیشنهاد میدهد که مقدار زیادی از این ملکولها قادر خواهند بود که همراه با آب و یا نمکها وارد منافذ شیل شوند. بنابراین آنها استعداد تشکیل باندهای هیدروژنی با سطوح رس را دارند (مطالعات جذب سطحی و ملاحظات انتروپی (entropy) القاء می کند که آنها بجای آب آن را انجام می دهند) و بنابراین ممکن است در فرایندهای معمول هیدراته شیل (hydration processes) دخالت کنند.

سخت شدن شیل با بعضی از گلیکولها همانطور که در تستهای آزمایشگاهی در Sunbury مستند و مشاهده گردیده است، این اثر سخت شدن بستگی با سطوح بالای بازدارندگی (inhibition) قابل دست یابی است و شاید تبادل بخشی از آب در شیل برای گلیکول را القاء میکند. بهر حال، علت اصلی برای سخت شدن هنوز ثابت نشده است. **روش حقیقی عمل ممکن است با نمونه گلیکول تغییر کند:**

ب. کوپالیمرهاک اتیلن گلیکول/پروپیلین گلیکول EO/PO Copolymers

This group is typified by a BP Chemicals product known as DCP 101. Similar materials can be sourced from other manufacturers. Most mud service companies have a preferred supplier but many of the products are interchangeable from a technical standpoint. Many of the EO/PO products have molecular weights in the range 500–5,000 and EO/PO ratios between 25/75 and 75/25.

این دسته به عنوان نمونه توسط تولید مواد BP شبیه DCP 101 شناخته شده است. مواد مشابه میتواند از سازندگان دیگر بدست آید. بیشتر شرکت های خدماتی سیالات حفاری یک تهیه کننده خودی را ترجیح می دهند اما بیشتر مواد از لحاظ فنی قابل مبادله می باشند. اکثر تولیدات اتیلن گلیکول/پروپیلین گلیکول EO/PO دارای وزنه های ملکولی در حدود 500-500 بوده و نسبتهای EO/PO بین 25/75 و 75/25 میباشد.

EO/PO compounds show cloud point behavior in aqueous solution; this means they are soluble at low temperature but form an insoluble emulsion above a critical temperature (the cloud point). The cloud point is affected by molecular weight (increasing the weight decreases cloud point), the proportion of PO in the polymer (increasing the PO content decreases the cloud point) and salinity (high salinity decreases the cloud point). DCP 101 has a cloud point of 35°C (95°F) in a seawater/25ppb KCL solution.

ترکیبات اتیلن گلیکول/پروپیلین گلیکول (EO/PO) خاصیت ابری شدن در محلول آب را نشان می دهند، این بدان معنی است که آنها در حرارت پایین حلال هستند اما امولسیون غیر حلالی را در بالای یک حرارت بحرانی تشکیل می دهند (نقطه ابری شدن). نقطه ابری شدن تحت تاثیر وزن ملکولی قرار می گیرد (افزایش وزن نقطه ابری شدن را کاهش می دهد)، نسبت پروپیلین گلیکول (PO) در پالیمر (افزایش دادن محتوی پروپیلین گلیکول (PO) نقطه ابری شدن را کاهش می دهد) و شوری (شوری بالا نقطه ابری شونده را کاهش می دهد). DCP 101 دارای نقطه ابری شدنی برابر با 35°C (95°F) در یک محلول آب دریا همراه با 25ppb پتاسیم کلرید (seawater/25ppb KCL solution) می باشد.

EO/PO materials have been run effectively in KCL, KCL/PHPA and gypsum WBM (the latter by Statoil). Typical additive levels are 3 to 5% by volume at which the muds give excellent wellbore stability, hard cuttings, good lubricity and low HTHP fluid loss. Solids tolerance is good and therefore mud volumes are minimized. **Observations on the laboratory and field performance of the muds are:**

مواد اتیلن گلیکول/پروپیلین گلیکول (EO/PO) بصورت موثری در پتاسیم کلرید، پتاسیم کلرید/ پی اچ پی ۱ و گل پایه آبی جیسیسم دار (KCL, KCL/PHPA and gypsum WBM) استفاده شده است ((آخرین توسط استات ایل (Statoil)). مقادیر عادی افزودنیها به مقدار سه تا پنج درصد حجمی است که در آن سیالات حفاری بهترین استقامت را به حفره چاه داده، باعث سختی کنده ها می شوند، روان کاری خوبی ایجاد کرده و باعث صافاب پایین در درجه حرارت و فشار بالا (HTHP fluid loss) میشود. مقاومت جامدات خوب بوده و بنابراین حجمهای سیال حفاری محدود شده اند. **مشاهدات آزمایشگاهی و نمایش میدانی سیالات حفاری بصورت زیر هستند:**

- Shale recoveries are increased in the presence of KCL, although reasonable inhibition is obtained without.

بازیابیهای شیل در حضور پتاسیم کلرید افزایش یافته، گرچه بازدارندگی (inhibition) قابل قبولی بدون آن نیز حاصل شده است.

- 101 can reduce, but will not eliminate, shale swelling. Control of swelling is greater in some shales than others.

محصول (101) می تواند متورم شدن شیل را کاهش دهد ولی محو نمی کند. کنترل متورم شدن در بعضی از شیل ها بیشتر از بقیه می باشد.

- Depletion rates are low compared with additives such as PHPA. An apparently conflicting observation is that glycol is preferentially adsorbed on clays and will not displace water, even in aqueous solutions containing as little as 3% glycol.

میزان های تخلیه (depletion) در مقایسه با بعضی از افزودنی ها مانند پی اچ پی ۱ (PHPA) پایین می باشد. یک مشاهده ظاهری برخوردی آن است که گلیکول ترجیحا بر روی رس ها جذب شده و آب را جابجا نمیکند، حتی در حلالهای آبی که شامل درصد کمی گلیکول حدود 3% می باشند.

- There is no clear evidence that inhibition depends on whether the glycol is dissolved or dispersed (i.e. below or above its cloud point).

مدرک مشخصی که ثابت کند که بازدارندگی (inhibition) بستگی به این دارد که گلیکول حل شده است و یا پخش شده است وجود ندارد (پایین یا بالای نقطه ابری شدن آن).

The above observations do not offer a clear inhibiting mechanism and further work is needed in this area. One suggestion is that, in the localized high cation concentrations found adjacent to clay layers there is always sufficient "salinity" to cause the glycol to cloud out. If this is the case it will displace water from the surface and stabilize the shale. Because of the plugging effect of the glycol droplets, a form of fluid loss control could be achieved which prevents deep penetration of filtrate or glycol into the bulk of the shale: **this would help to explain its effectiveness, the low depletion rate and the apparent unimportance of cloud point.**

مشاهدات بالا مکانیسم روشنی از بازدارندگی (inhibiting) را پیشنهاد نمی دهد و کار بیشتری در این زمینه لازم می باشد. یک پیشنهاد آن است که، در غلظت های بالای کاتیونی متمرکز شده ی یافت شده در مجاورت لایه های رس، آنجا همیشه شوری کافی برای اینکه گلی کول ایجاد ابر کند وجود دارد. اگر علت این باشد باعث جابجایی آب از سطح شده و شیل را مستحکم می کند.

بعلت خاصیت مسدود سازی که قطرات گلیکول دارند، فرمی از کنترل هرزروی صافاب که باعث جلوگیری از نفوذ عمیق صافاب با گلیکول به درون کلوخه شیل میشود میتواند حاصل شود: این کمک به شرح دادن تاثیرات آن، میزان تخلیه (depletion) پایین و ظاهر غیر مهم بودن نقطه ابری شدن را میکند.

ث. گلیکولهای اتری c.Glycol Ethers

At present, the only commercially available, technically acceptable, non-toxic glycol ether is the BP Chemicals product DCP208. Although DCP208 does show cloud point behaviour, the critical temperature is much higher than with DCP101 and the glycol remains soluble over the full temperature and salt concentration ranges normally experienced by polymer WBM.

در حال حاضر، تنها گلیکول اتری (glycol ether) تجاری در دسترس، که از لحاظ فنی قابل قبول و غیر سمی نیز هست محصول شیمیایی (BP Chemicals product DCP208) میباشد. گرچه محصول (DCP208) رفتار ابری شدن را نشان میدهد، درجه حرارت بحرانی آن در مقایسه با نمونه (DCP101) خیلی بالاتر بوده و آن در درجه حرارت کامل و غلظت های متفاوت نمک که معمولاً در سیال حفاری پایه آبی پلیمری تجربه شده است، بصورت حلال باقی می ماند.

Although laboratory tests show 101 to be a better inhibitor than 208, field performance to date makes it hard to differentiate between the two glycols. **Laboratory and field observations are similar to 101 except that:**

گرچه معیارهای آزمایشگاهی نشان می دهد که ماده DCP101 مهار کننده (inhibitor) بهتری از DCP208 میباشد، ولی تا کنون عملکرد میدانی آنرا مشکل ساخته است که تفاوتی بین دو گلیکول گذاشت. **مشاهدات آزمایشگاهی و میدانی مشابه 101 می باشد مگر آنکه:**

- Good inhibition is only obtained when 208 is used in conjunction with KCL (cf.101). A typical formulation would use 25 ppb KCL and 3-5% 208.

بازدارندگی (inhibition) قابل قبول تنها زمانی که ماده DCP208 همراه با پتاسیم کلرید (KCL (cf.101) استفاده شده حاصل گردیده است. در یک فرمول نمونه از 25 پوند در بشکه پتاسیم کلرید و 3 تا 5 درصد ماده DCP208 می تواند استفاده کرد.

- Shale invasion studies suggest that DCP208 are carried through the shale with the invading filtrate. (No parallel studies with 101 have been carried out to see if at least a portion of the EO/PO polymer also invades the formation).

مطالعات تهاجمی شیل پیشنهاد میدهد که ماده DCP208 همراه با نفوذ صافی از درون شیل رد می شود. (مطالعاتی موازی با ماده DCP101 انجام نگردیده که مشاهده شود که آیا حداقل و همچنین یک قسمتی از پلیمر اتیلن گلیکول/پروپیلن گلیکول (EO/PO) در سازند نفوذ میکند).

The inhibition process with 208 is currently no better understood than that of DCP101 and it may be that a common mechanism holds for both materials. However, the greater dependence of KCL and the greater mobility of this lower molecular weight material are sufficient to suggest subtly different behavior of the two classes of compounds.

فرآیند بازدارندگی (inhibition) با ماده DCP208 در حال حاضر بهتر از ماده DCP101 شناخته نشده است و آن ممکن است که یک مکانیسم عادی برای هر دو ماده بکار رفته است. بهر حال، بیشترین وابستگی به پتاسیم کلرید و بزرگترین بی ثباتی از این ماده دارای وزنی ملکولی پایین تر، برای پیشنهاد رفتار دقیق متفاوت از این دو دسته از ترکیبات کافی می باشد.

د. گلی سرول d.Glycerol's

The only commercially available glycerol-based shale inhibitor is Hydra fluids HF100, complex mixture of glycerol's, propylene glycols and salts. The product is a modified waste stream from a glycerin manufacturing process. To provide inhibition equivalent to that obtained with 3-5% EO/PO or glycol ether normally requires around 10% HF100, presumably because the active concentration of the glycerol's is reduced by the presence of salts and water (which sometimes make up 40- 50% of the fluid). HF100 has been used extensively by several companies throughout the world and at this time is the "glycol" offered by International Drilling Fluids. **The material is effective but can have disadvantages:**

تنها جلوگیری کننده پایه گلیسرولی شیل (glycerol-based shale inhibitor) موجود که اقتصادیست، نمونه Hydra fluids HF100 میباشد که مخلوط پیچیده ای از گلیسرول ها (glycerol's)، گلیکول های پروپیلنی (propylene glycols) و نمک ها (salts) می باشد. این محصول یک جریان پس مانده اصلاح شده از یک فرآیند صنعتی گلیسرین (glycerin) می باشد. برای تهیه ی مهارگری (inhibition) برابر با آنیکه با 3 تا 5 درصد اتیلن گلیکول/پروپیلن گلیکول (EO/PO) یا گلیکول اتری (glycol ether) حاصل می شود حدود 10% HF100 لازم می باشد، به جرأت می توان گفت که علت آن است که چون غلظت فعال گلیسرول ها در حضور نمک ها و آب کاهش می یابد (که بعضی مواقع 40 تا 50 درصد از سیال را می سازند). HF100 بصورت گسترده ای توسط چندین شرکت در سراسر جهان استفاده شده و در این زمان گلیکولیس (glycol) که توسط شرکت های بین المللی سیالات حفاری پیشنهاد شده است. این ماده ای موثر اما می تواند دارای زیانهایی نیز باشد:

- It is a highly alkaline material, often necessitating the use of a second additive (such as citric acid) to maintain mud pH within specified limits.

آن ماده ای شدیداً قلیایی می باشد، اغلب استفاده از یک افزودنی ثانویه مانند اسید سیتریک را جهت نگهداشتن پی اچ (pH) سیال حفاری در محدوده های مشخص شده لازم می گرداند.

- Addition of 10% by volume of a liquid additive can cause supply, storage and handling difficulties, particularly in remote locations.

افزودن ده درصد حجمی از یک افزودنی مایع می تواند باعث ایجاد مشکلاتی در تهیه، انبار و جابجا کردن خصوصاً در مکانهای دور افتاده گردد.

- Addition of 10% HF100 can make subsequent hydration of polymers difficult and hence mud properties difficult to control.

اضافه کردن 10 درصد از HF100 می تواند هیدرات شدن ثانویه پالمرها را مشکل کند و از این رو کنترل خواص سیال حفاری را سخت سازد.

- HF100 must be run in the presence of KCL. Without KCL the additive can promote rather than inhibit shale dispersion.

HF100 باید در حضور پتاسیم کلرید استفاده شود. بدون پتاسیم کلرید افزودنی می تواند بجای بازداری (inhibit) پاشیدن شیل را ترفیع دهد.

- On occasion, high concentrations of the additive have been found to promote bit and stabilizer balling.

بعضی اوقات، در استفاده از غلظت های بالایی از افزودنی یافت شده است که باعث ترویج تویی شدن مته و یابدار کننده (bit and stabilizer balling) گردیده است.

With the exception of the preferred use with KCL, these disadvantages are not observed with the EO/PO copolymers or glycol ethers. No investigation of the inhibiting mechanism of HF100 has been published. Muds containing HF100 have been used in several wells by BP.

به استثنای ترجیح دادن استفاده آن با پتاسیم کلرید، این خسارت ها با پالمر های اتیلن گلیکول/پروپیلن گلیکول EO/PO یا گلیکول های اتری مشاهده نشده است. هیچگونه تحقیقی از مکانیسم مهارکنندگی (inhibiting) با HF100 به چاپ نرسیده است. سیالات حفاری حاوی HF100 توسط BP در تعدادی از جاهها استفاده شده اند.

e. **پالمر های کاتیونیک Cationic Polymers**

The use of cationic (positively charged) polymers in drilling and completion fluids has been discussed since the early 1970's but their development into workable inhibitive mud systems did not occur until about 1990.

The principle behind the use of cationic polymers is simple and sound: The edges and faces of clay minerals carry negative charges at the pH values found in drilling muds. Under these conditions, cationic species will be much more strongly adsorbed and held on the surface than anionic: Therefore, if adsorption of polymers promotes inhibition, cationic should be much more effective than anionic. Early attempts to formulate cationic muds used surfactant molecules. The resulting muds were not particularly inhibitive, tended to foam and, in general had an unacceptably high environmental impact. Later developments-involving the use of low molecular weight polyamines, DADMAC (DiAllylDiMethylAmmoniumChloride) or cationic poly acrylamides-gave more effective mud systems:

استفاده از پالمر های کاتیونیک (دارای شارژ مثبت) در سیالات حفاری و تکمیلی از سالهای اولیه 1970 مورد بحث بوده است ولی توسعه آنها در سیستم های سیال بازدارنده ی (inhibitive) قابل اجرا تا حدود سالهای 1990 رخ نداد. عامل پشت سر استفاده از پالمر های کاتیونیک (cationic polymers) ساده و مشخص است: گوشه ها و سطوح کانی های رسی حامل شارژ های منفی در پی اچ (pH) های معتبر که در سیالات حفاری یافت شده است. در این وضعیت ها، انواع کاتیونیک ها نسبت به آنیونیکها بسیار قویتر روی سطح جذب و انبار خواهند شد: بنابراین، اگر جذب پالمرها بازدانندگی (inhibition) را افزایش میدهند، کاتیونیک باید خیلی بیشتر از آنیونیک ها موثر باشد. کوشش های اخیر برای فرموله کردن فضاهای کاتیونیک از مولکولهای سطح فعال (surfactant) استفاده شده است. سیالات حفاری حاصل شده مخصوصاً بازدارنده (inhibitive) نبوده اند، تمایل به ایجاد کف داشته اند، و درکل یک تاثیر بالای زیست محیطی غیر قابل قبول داشته اند. پیشرفت های اخیر- گرفتار استفاده از پولی امینهای (polyamines) با وزن ملکولی پایین، DADMAC (DiAllylDiMethylAmmoniumChloride) یا پولی آکرایلیدهای (acrylamides poly) کاتیونی- سیستم های سیال حفاری موثر تری را اعطا کرده اند:

f. Polyamines *ر.پلی آمین ها*

These are small (molecular weights 5,000-500,000), water soluble molecules which carry a high permanent positive charge provided by quarternised amine groups. In laboratory and field use (eg Anchor Drilling Fluids' "Ancoquat" mud system) these are found to be very good shale inhibitors, reducing swelling and dispersion.

The polyamines are compatible with any common anionic mud additives provided the salinity of the mud is kept high (in excess of seawater + 20ppb KCL is recommended). Although technically successful, these muds become expensive to run in regions of very reactive shales because of the very high depletion rates of the polyamines. This depletion is unavoidable since it is a consequence of the inhibiting mechanism.

The polyamine molecules adsorb very strongly on shale minerals by displacing the exchangeable cations on the clays and they are therefore particularly reactive towards smectites and illite/smectites which have the highest cation exchange capacities. Once exchanged onto the clays, the polyamine cannot be displaced and will bind adjacent layers together. This explains the high depletion rates, the good control of swelling and the "permanent" inhibition which is retained even if the cationic mud is subsequently replaced by fresh water.

Because of their high charge, polyamines are very effective flocculants but the molecules are too small to act as bridging polymers in the same way as PHPA. Polyamine muds therefore tend to have excellent solids tolerance.

The high cost of these systems - compared with the glycols which give better inhibition - and concerns over the environmental impact of mud discharge has meant that these muds have not become widely used.

اینها مولکولهای کوچک (وزن های مولکولی 5,000-500,000) حلال در آب هستند که یک شارژ مثبت بسیار پایدار که توسط گروههای آمینی چهارتایی (quarternised) فراهم شده است را حمل می کنند. در آزمایشگاه و استفاده ی میدانی (مانند سیستم سیال حفاری "Ancoquat" شرکت سیالات حفاری انکر) پی برده اند که اینها بازدارنده های (inhibitors) بسیار خوب شیل، کاهش دهنده تورم و پاشیده شدن می باشند. پلی آمینها (polyamines) با هر نمونه افزودنی آنیونیکی معمولی سیال حفاری که فراهم کننده شوری بالای سیال حفاریست سازگارند (علاوه بر اضافه کردن آب دریا + 20ppb KCL پیشنهاد شده است). این سیالات حفاری هر چند از لحاظ فنی موفق بوده اند، استفاده از آنها در مکانهایی که شیلها بسیار واکنش زا وجود دارد بعلاوه درجعات بسیار بالای تخلیه پذیری (depletion) پلی آمینها گران میباشد. این تخلیه پذیری (depletion) وقتی که نتیجه ای از مکانیسم بازدارندگی (inhibiting) میباشد، اجتناب ناپذیر است. مولکولهای پلی آمین با جابجا کردن کاتیون های قابل تبادل روی سطح رس ها، با قوت تمام بر روی سطح کانی های شیل جذب میشوند و بنابراین آنها خصوصاً بطرف اسمکتیت ها (smectites) و ایلیت/اسمکتیتها (illite/smectites) که بالاترین حجم های تبادل یونی را دارند واکنش می کنند. زمانی که تبادل بر روی رس ها انجام شده، پلی آمین نمیتواند جابجا شود و لایه های هم جوار را بهم صحافی میکند. این درجعات بالای تحلیل رفتن (depletion)، کنترل خوب تورم زایی و بازدارندگی پایدار ("permanent" inhibition) را شرح میدهد حتی اگر سیال حفاری کاتیونیکی بعداً توسط آب تازه جابجا شده باشد. بعلاوه شارژ بالای آنها، پلی آمین ها لخته کننده های بسیار موثری هستند اما مولکولها آنها خیلی کوچکتر از آنی هستند که مانند پالمرهای پل ساز (bridging) مانند کاری که ماده PHPA انجام میدهد عمل کنند. قیمت بالای این سیستم ها - در مقایسه با گلیکول ها که بازدارندگی (inhibition) بهتری را تحویل میدهند- و با توجه بر روی تاثیر تخلیه سیال حفاری بر محیط زیست این معنی را داده است که این سیالات حفاری بصورت گسترده استفاده نشده اند.

d. DADMAC *ز.دی.ا.دی.ام.ا.سی*

DiAllyl DiMethyl Ammonium Chloride is used as the cationic inhibitor in Baroid's cationic mud system (Cat-1). The product has some advantages over the polyamines- most notably lower depletion rates and lower aquatic toxicity- but it is not such a good shale inhibitor. The inhibition mechanism is similar to that of polyamines although the DADMAC cation is less strongly bound to clays.

ماده (DiAllyl DiMethyl Ammonium Chloride) بعنوان مهارکننده کاتیونیکی (cationic inhibitor) در سیال حفاری کاتیونیکی شرکت باروید (Cat-1) استفاده شده است. این ماده نسبت به پلی آمینها (polyamines) سودهایی دارد- بصورت قابل توجهی دارای میزان پایین تحلیل روندگی (depletion) و پایین بودن میزان سمی کردن آب میباشد- ولی بازدارنده شیلی خوبی نیست. مکانیسم بازدارندگی (inhibition) آن شبیه سایر پالمرها می باشد گرچه DADMAC کاتیونیکی به رس ها ضعیف تر صحافی می شود.

e. Cationic PHPA *ز.پی.ا.ج.پی / کاتیونیکی*

Cationic poly acrylamides have been added to some mud systems either as a direct replacement for the usual anionic variety or in combination with polyamine. **The cationic PHPAs have a similarly high molecular weight as their conventional counterparts and are therefore not thought to penetrate shale pores.**

Because of their positively charged functional groups they are presumed to adsorb more strongly on the wellbore and cuttings than anionic PHPA and therefore to be better encapsulators. In practice, there appears to be little advantage in using the cationic polymer. Like the other cationic polymers, PHPA is compatible with most common mud additives provided the aqueous phase salinity is kept high.

پلی اکرامیدهای کاتیونیک (Cationic poly acrylamides) به بعضی از سیستم های سیال حفاری خواه مانند یک جایگزین مستقیم برای آنیونیک های معمول متنوع یا در ترکیب با پلی آمین (polyamine) استفاده شده اند. پی اچ پی ا های (PHPAs) کاتیونیک مانند همتاهای معمول خود دارای وزن ملکولی بالا میباشند و بنابراین تصور نمیشود که در منفذهای شیل نفوذ کنند.

این گروه ها بعلاوه یعلت عملکرد شارژ مثبت خود، فرض بر این است که آنها با قوت بیشتری نسبت به PHPA آنیونیک به روی دیواره چاه و کنده های حفاری چسبیده و بنابراین غلاف گراهی (encapsulators) بهتری می باشند. در عمل، به نظر میرسد که در استفاده از پلیمر کاتیونیک صرفه کمی وجود دارد. پی اچ پی ا (PHPA) مانند پلیمر های کاتیونیک دیگر، با بیشتر افزودنی های معمول سیال حفاری که شوری فاز آب را بالا نگه میدارند سازگار می باشد.

E.1.4 Oil Based Muds پایه روغنی

OBM is widely recognised as the most inhibitive mud type and if run correctly, chemical instability can be prevented (but mechanical problems due to incorrect mud weight or tectonic stress can still occur).

Inhibition by OBM is probably provided as follows: A semi-permeable surfactant membrane will form at the emulsion droplet/oil interface - this is the adsorbed layer of surfactant (emulsifier) which prevents droplet coalescence and confers stability to the emulsion. Work at Sunbury has shown that a semi-permeable membrane also forms on the shale surface itself, and this is again believed to consist of adsorbed surfactant. These membranes allow the movement of water (but not ions) between the droplets and the shale; ie osmosis can occur. The direction of flow is determined by the salinity balance, with water flowing from the low to the high salt environment in an attempt to equalize the salinities. In effect, water will only enter the shale if the salinity of the OBM brine phase is lower than that of the pore fluid in the shale. Therefore, provided the calcium chloride content of the emulsified brine is kept high enough in field muds, shales will remain stable. Soft cuttings will indicate that the brine concentration should be increased (or possibly that more surfactant is needed to improve the membrane quality).

سیالات حفاری پایه روغنی (OBM) به عنوان برترین نمونه سیال حفاری مهارکننده (inhibitive) شناخته شده اند و اگر بطور صحیح استفاده شوند، می توان از ناپایداری شیمیایی جلوگیری کرد (اما مشکلات مکانیکی بخاطر وزن سیال یا تنش زمین شناختی هنوز میتواند اتفاق افتد). (بازدارندگی (Inhibition) توسط سیال حفاری پایه روغنی (OBM) احتمالاً همانند زیر حاصل می گردد: یک غشاء نیمه تراوای ماده سطح فعال (surfactant) در قطرات امولسیون/سطح مشترک روغن (emulsion droplet/oil interface) شکل خواهد گرفت-این لایه جذب شده از ماده سطح فعال امولسیفایر emulsifier/surfactant است که از انتقال قطرات جلوگیری کرده و پایداری را به امولسیون اعطا میکند.

کار در سن بوری (Sunbury) نشان داده است که همچنین یک غشاء نیمه تراوای بر روی سطح خود شیل نیز تشکیل میشود، و این دوباره باور میشود که متشکل از ماده سطح فعال (surfactant) جذب شده میباشد. این عشاها اجازه جابجایی آب (و نه یونها) را بین قطرات و شیل میدهد، و از این رو تراوش میتواند رخ دهد. جهت جریان توسط تعادل شوری تعیین شده است، با جریان یافتن آب از محیط کم نمک به شورتر در فعالیتی که باعث یکسانی شوریها شود. در نتیجه، آب تنها زمانی وارد شیل میشود که شوری فاز آب نمکی سیال حفاری روغنی پایین تر از آن مایعی باشد که در منفذ شیل وجود دارد. بنابراین، محتویات کلسیم کلرید در آب نمک امولسیونی شده در سیالات حفاری میدانی باید بقدر کافی بالا گرفته شود تا شیلها پایدار نگاه داشته شوند. کنده های نرم نشان دهنده آنند که غلظت آب نمک باید افزایش یابد (یا شاید که ماده سطح فعال (surfactant) بیشتری برای ترمیم کیفیت غشاء نیاز میباشد).

It is, in theory, possible to destabilize shales by having the brine phase too concentrated and hence cause dehydration of the formation. As in many wellbore problems, anecdotal field evidence of this problem exists but there are no well documented examples. As noted, the osmotic effect can be demonstrated with OBM in the laboratory where shales can be made to expand when the brine phase has a low salt content and shrink when the concentration is increased. These effects are likely to be influenced by mud overbalance, and by shale permeability and degree of consolidation. As yet, these aspects are not well understood. In addition to the osmotic effects which give such good shale stability, **the oil phase it self prevents ingress of fluid into the shale as discussed previously.** One further point to note is the role of osmosis when oil based muds having differing salinities are mixed. Water transport will occur between the droplets to equalise the salinities. This is a desirable effect as it leads to a homogeneous system, but it will tend to make the more saline droplets larger and the less saline ones smaller. Extreme differences in salinity could lead to catastrophic de-stabilisation of the emulsion, and re-shearing (re-emulsification) of the mud would be required.

در تئوری آن است که با داشتن فاز آب نمک بسیار اشباع شده امکان ناپایداری کردن شیل ها وجود دارد و از این رو موجب خشک شدن (dehydration) سازند شود. مانند بیشتر مشکلات حفاره چاه، داستان ش واهد میدانی این مشکل موجود است ولی مثالهایی مستند شده ارزشمندی وجود ندارند. همانگونه که اشاره شد، اثر تراوش می تواند با سیال حفاری پایه روغنی (OBM) در آزمایشگاه نمایش داده شود. جایبکه شیل ها وقتی که فاز آب نمک دارای گنجایش کمی از نمک باشد می توانند منبسط شوند و زمانیکه غلظت کاهش داده شود چروکیده گردند. بنظر می آید این نتایج توسط سیال حفاری نامتعادل و توسط شیل های تراوا/ نفوذ پذیر و درجه پایداری تحت تاثیر باشند. تاکنون، این جنبه ها بخوبی درک نشده اند. علاوه بر تاثیرات تراوش که چنان استواری خوبی را به شیل میدهد، فاز روغن خودش از ورود سیال به داخل شیل همانگونه که قبلا بحث گردیده جلوگیری میکند. نکته بیشتری را که می توان به آن اشاره کرد قانون تراوش است و آن زمانیکه سیالات روغنی با داشتن شوری های متفاوت مخلوط گردیده اند. جا به جایی آب بین قطرات جهت متعادل کردن شوریها رخ خواهد داد. این امر تاثیر مطلوبی است همچنانکه بسمت یک سیستم همگون هدایت میشود، اما آن تمایل به بزرگ ساختن قطرات شورتر و کوچکتر ساختن قطرات کم نمک تر را دارد. تفاوت های گسترده در شوری میتواند منجر به فاجعه ناپایداری در امولسیون شود، و عمل دوباره شکاندن (re-shearing) و امولسیون دوباره (re-emulsification) سیال حفاری میتواند درخواست شود.

Section F: Mud Selection and Planning

بخش اف: انتخاب سیال حفاری و برنامه ریزی آن

The preceding sections of these guidelines have discussed reactions between shales and water based muds by considering how mud filtrates interact with different clays and how different mud components can influence these reactions.

قسمتهای پیشین این رهنمودها واکنش های بین شیلها و سیالات حفاری پایه آبی را با توجه کردن به اینکه چگونه صافاب های سیال حفاری با رس های مختلف واکنش میکنند و چگونه ترکیبات مختلف سیال حفاری میتوانند براین واکنش ها اثر گذارند را توضیح داده اند.

Attempts were also made earlier to loosely categorise shale types in terms of how they are likely to react and the nature of the drilling problems that will be caused by these reactions.

همچنین قبلا کوششهایی صورت گرفته است تا تقریبا طبقه بندی کردن نمونه های شیل را بر حسب اینکه آنها چگونه احتمال کنش دارند و طبیعت مشکلات حفاری که توسط این واکنشها سبب خواهد شد، انجام داد.

This section brings these issues together to consider the implications for planning a well where reactive shales are known, or expected, to be present. Emphasis is on the procedures which should be followed, including the experimental methods used to screen mud systems.

این بخش این موضوعات را جهت ملاحظه دلالتهایی برای طراحی یک چاه درجایی که شیلهای واکنش زا شناخته شده اند، یا انتظار می رود که حضور داشته باشند را با هم جمع می کند. تاکیدات بر روی روش هایی است که باید دنبال شوند، مثل روش های تجربی که در مجزا کردن سیستم های سیال حفاری استفاده شده اند.

F.1.0 Steps in the Planning Process اف 1.0 قدم‌هایی در فرآیند انجام طراحی

The steps which can be taken when planning a well which will encounter reactive shales are given below. Attempts have been made to put the activities in a logical sequence, although not all the steps may be needed: this will depend on the severity of anticipated shale problems and the level of experience and confidence which exists, perhaps due to offset well information.

قدمهایی که باید برای طراحی یک چاه که در هنگام حفاری با شیل‌های فعال مواجه خواهد شد در ادامه آورده شده‌اند. کوشش‌هایی برای قراردادن فعالیت‌ها در یک روش بصورت منطقی انجام گرفته شده است، گرچه ممکن است همه قدم‌ها مورد احتیاج نباشند:

این بستگی به سختی مشکلات پیش‌بینی شده شیل و مقدار تجربه و اطمینانی که شاید بعلا اطلاعات حاصل از چاه مجاور باشد خواهد داشت.

F.1.1 Define the objectives of the well اف 1.1 شرح واقعیاتی از چاه

The objectives may have a strong influence on the quality of the shale control needed. For example:

موضوعات ممکن است تاثیر محکمی بر کیفیتی که کنترل شیل لازم دارد داشته باشد برای مثال:

- A certain amount of wellbore instability may be acceptable in vertical exploration or appraisal wells, provided the respective sections can be drilled reasonably quickly and cased successfully.

یک میزان مطمئنی از ناپایداری حفره چاه ممکن است که در چاههای عمودی توسعه‌ای یا چاه‌های توصیفی قابل قبول باشد، به شرط اینکه قسمتهای خاص منطقی می‌توانند سریع حفاری شده و با موفقیت روکش گردند.

- Highly deviated wells will, in general, present greater challenges because of the tendency for these wellbores to be less mechanically stable (this will require a higher mud weight which may, in itself, promote chemical shale problems and the fact that a longer shale section will be exposed for a greater length of time than in a corresponding vertical well.

درکل چاه‌های با انحراف بالا، بعلا تمایلی که این حفره‌ها به اینکه از لحاظ مکانیکی کمتر با ثبات باشند را دارند، لذا مبارزه بیشتری را لازم دارند (این موضوع سیال حفاری با وزن بیشتری را لازم دارد که ممکن است همراه خودش مشکلات شیمیایی شیل را افزایش دهد و درواقع یک قسمت طولی شیل برای مدت زمان بیشتری در مقایسه با یک چاه عمودی تحت تاثیر خواهد بود).

Severe tight hole will cause delays which are costly and which increase the change of further problems occurring. Efficient hole cleaning is more difficult in high angle holes and extensive cavings can quickly lead to packing off. Hole enlargement - whether from cavings or shale dispersion - can make accurate directional control difficult and, particularly if ledges of harder material remain, can cause logging and casing problems. Hole enlargement will also add to any existing hole cleaning difficulties and may also result in poor cement jobs which will have long term implications in production wells if zonal isolation is compromised.

بهم فشردگی شدید حفره چاه (tight hole) باعث تاخیرهایی میشود که این مسئله هزینه بر خواهد بود و باعث افزایش تغییرات در مشکلات پیش روی آتی میشود. بازدهی تمیز کردن چاه در چاههای با زاویه بالا خیلی مشکلتر است و ریزشهای وسیع میتواند باعث هم آمدگی (packing off) سریع چاه گردد. گشاد گشنگی چاه - خواه از ریزشها (cavings) یا پاشیدگی (dispersion) شیل باشد - می‌تواند دقیق بودن جهت را با مشکل روبرو سازد، خصوصا اگر کلوخه‌هایی (ledges) از مواد سخت تر بر جای بمانند، می‌توانند باعث مشکلاتی در عملیات نمودار گیری و راندن لوله‌های جداری گردد. همچنین، بزرگتر گشتن چاه به مشکلات موجود در تمیز کردن چاه اضافه خواهد شد و ممکن است منتج به سیمانکاری ضعیفی گردد که این امر درگیریهای دراز مدتی را در چاههای تولیدی اگر در جدا سازی منطقه‌ای (zonal isolation) مصلحه شده باشد خواهد داشت.

- Down-sized and slim hole wells; it is important to control shale stability in these wells where annular clearances may be reduced, and hence where any hole closure or collapse may have more immediate and/or extreme consequences.

An additional concern may be the lack of contingency strings in the event of severe hole problems which necessitate casing to be set early.

درچاههای کم قطر و باریک، مهم آن است که پایداری شیل در این چاهها جایبکه اندازه دهلیز ممکن است کاهش یابد کنترل گردد، از این رو در جایبکه انسداد یا هم آمدگی باشد ممکن است که نتایج خیلی فوری و یا گسترده‌ای را داشته باشد.

یک نگرانی اضافی ممکن است کمبود لوله‌های اظطراری در زمان وقوع مشکلات شدید چاه باشد که لازم است که لوله‌های جداری زودتر نشانده شوند.

اف 1.2 جمع آوری و تحلیل داده های مجاور F.1.2 Collect and Analyse Offset Data

This is potentially the most valuable information. Written records such as drilling recaps and mud reports are a good source of information provided they are factually accurate; often important events are reported only in a cursory way or not at all. Discussions with people actively involved with offset wells - even if the information is sometimes unreliable – are extremely valuable:

Impression can be of more use than bland statements made in a daily report: these discussions need to take place with company employees, contractors and other oil companies if possible. **Important data include:**

این ها با ارزشترین اطلاعات بالقوه می باشند. رکوردهای ثبت شده مانند گزارشات نهایی عملیات حفاری و گزارشات سیال حفاری منبع خوبی از اطلاعات فراهم شده هستند که یا واقعا قابل قبول میباشند و یا اغلب اتفاقات مهم که بصورت شتاب زده گزارش شده و یا هرگز گزارش نشده اند. مشورت با افرادی که بصورت موثر با چاههای مجاور درگیر بوده اند حتی اگر بعضی از مواقع اطلاعات آنها قابل اعتماد نباشد، بی نهایت با ارزشمند می باشد. ایده و تجربه می تواند از مدارک مطلوبی که در یک گزارش روزانه است بیشتر مورد استفاده قرار گیرد: این مباحث در صورت امکان لازم است که با کارکنان شرکت، پیمانکاران و بقیه شرکت ها انجام گیرد. داده های مهم شامل این موارد می باشد:

- Muds used in previous wells.

سیالات حفاری استفاده شده در چاه های قبلی

- The shale-related drilling problems.

مشکلات حفاری در رابطه با شیل

- Any clear reasons why the problems occurred (e.g. mud weight, composition etc). Any problems unrelated to mud formulation (e.g. poor tripping practices, poor hole cleaning).

هرگونه دلایل واضحی که که چر ایی مشکلات رخ داده را بیان میکند (مانند وزن سیال حفاری، ترکیبات و غیره). هر مشکلی که به برنامه ریزی سیال حفاری مربوط نمی شود (مانند عملیات ضعیف چاه پیمایی، تمیز کردن ضعیف چاه).

- Any corrective actions which were attempted. This should include successful and unsuccessful actions.

هر گونه کنش های اصلاحی که سعی در انجام آن شده است. این باید شامل کنشهای موفق و ناموفق باشد.

- Actions which, with hind sight, should have been taken but were not?

کنش هایی که، با باز اندیشی، انجام گرفته بوده باشد اما انجام نشده است.

اف 1.3 احراز و توصیف نمونه های شیل F.1.3 Obtain and Characterise Shale Samples

A good characterisation of the problem shale horizons may have been obtained as part of 5.2. If not, and samples from offset wells are available, this will provide additional valuable information and will be an aid in mud selection. Cuttings or side wall core (SWC) can be used for X-ray diffraction analysis (XRD) to give an indication of the mineralogy of the shale (although XRD is only a semi-quantitative technique and therefore can only be a guide to shale composition). This information can be used in conjunction with offset drilling data to classify the shale type. Cuttings and SWC should be used in laboratory inhibition tests only if they are well preserved and not altered by exposure to mud:

شرح جالبی از مشکلات شیل ممکن است مانند بخش 5.2 به دست آمده باشد. و گرنه، نمونه هایی از چاه های حفاری شده مجاور موجود می باشد، این اطلاعات با ارزشی بوده و کمکی در انتخاب سیال حفاری خواهند بود. کنده ها یا مغزه جانبی چاه (side wall core -SWC) می تواند برای آنالیزهایی (X-ray diffraction) (XRD) جهت بدست آوردن نشانه ای از کانی شناسی شیل استفاده شود (گرچه XRD فقط یک فن آوری نیمه کمیتی (semi-quantitative) است و بنابراین، تنها می تواند راهنمایی برای شناخت ترکیب شیل باشد). این اطلاعات را میتوان همراه با داده های حفاری چاه های مجاور جهت طبقه بندی نمونه شیل استفاده کرد. کنده ها و مغزه جانبی (SWC) فقط اگر آنها بخوبی نگهداری شده باشند و یا اینکه در زمانیکه در معرض سیال حفاری بوده اند تغییر نکرده اند باید در آزمایش های بازدارندگی (inhibition) آزمایشگاه استفاده شوند:

- Samples which have dried out or become very mushy will appear more reactive in laboratory tests than the corresponding native shale.

نمونه هایی که خشک شده اند یا خیلی قارچ مانند هستند بنظر می رسد که در آزمونهای آزمایشگاهی بیشتر از شیل طبیعی متشابه واکنش را می باشند.

- Samples obtained from OBM will be permanently stabilized and will appear less reactive than in the native state.

نمونه های بدست آمده از سیالات حفاری پایه روغنی (OBM) همیشه پایدار خواهند بود و بنظر می رسد که کمتر از نمونه های طبیعی واکنش را هستند.

- Samples taken from an inhibitive WBM are likely to have changed from their native reactivity.

نمونه های به دست آمده از یک سیال حفاری پایه آبی (WBM) بازدارنده بنظر میرسد که در مقایسه با واکنش های طبیعی خودشان تغییراتی کرده باشند.

If cuttings samples are to be saved for XRD analysis they should be rinsed free of most of the adhering mud using fresh water or brine (for WBM) or base oil (for OBM). If intended only for XRD analysis, the samples should then be oven dried, bagged and labeled with the well number, depth, date and time. If the cuttings are to be used for inhibition testing (for mud selection), they should be rinsed as above, blotted dry with absorbent paper and stored in airtight bags or cans. All possible precautions - such as completely filling the containers, storing in a cool place and returning them to shore as soon as possible - should be taken to avoid the cuttings drying out.

اگر نمونه های کنده ها باید برای آنالیز های XRD نگهداری شوند باید بخوبی از بیشتر سیال حفاری چسبیده به آنها با استفاده از آب تازه یا آب نمک (برای سیالات حفاری پایه آبی) یا روغن پایه (برای سیالات حفاری روغنی) شسته شوند. اگر فقط برای آنالیز های XRD نامزد شده اند، نمونه ها باید بعداً با کوره خشک و کیسه گیری شده و با مشخصات دقیقی از قبیل شماره چاه، عمق حفاری، تاریخ و زمان بر چسب شده باشند. اگر کنده ها باید برای آزمایش بازدارندگی (inhibition) استفاده شوند (جهت انتخاب سیال حفاری)، باید مانند بالا شستشو شوند، با کاغذ مکنده لکه گیری شده و در کیسه یا جعبه های بدون هوا ذخیره شوند. تمام احتیاط های ممکن، از قبیل پرکردن کامل ظروف، انبار کردن در مکان خنک و باز گرداندن هرچه سریع تر آنها به خشکی و غیره باید انجام پذیرد تا از خشک شدن کنده ها جلوگیری گردد.

If there is any doubt about the quality of well site samples, these should be used only for mineralogical analysis. It is often possible to obtain well preserved samples of out crop shales which have similar mineralogy and these should then be used in inhibition tests in place of the cuttings.

در اینجا اگر هر شکی درباره کیفیت نمونه های سر چاهی باشد، باید فقط برای آنالیز های کانی شناسی استفاده شوند. اغلب امکان آن وجود دارد که نمونه های بخوبی ذخیره شده از شیل های انتخابی سطح زمین که کانی شناسی یکسانی دارند بدست آید، که اینها باید بعداً در آزمایشات بازدارندگی (inhibition) بجای کنده ها مورد استفاده قرار گیرند.

F.1.4 Laboratory Inhibition Tests **اف 1.4 بررسی های آزمایشگاهی بازدارندگی**

Testing to various levels of sophistication can be carried out to assess shale reactivity and select an appropriate mud system. Many tests are available from service companies as well as in-house. **Common methods are:**

انجام آزمایش در سطوح پیچیده ی مختلف می تواند برای ارزیابی واکنشی شیل و انتخاب یک سیستم سیال حفاری صحیح صورت پذیرد. بیشتر آزمایشات از شرکت های خدماتی و همچنین داخلی در دسترس میباشند. **روش های معمول عبارتند از:**

a. Cold roll dispersion test **الف. آزمایش پاشیدگی بصورت سرد و غلتان**

These rudimentary dispersion tests are carried out in glass bottles at ambient temperature and pressure. A weighted amount of cuttings are placed in a bottle with a fixed volume of test fluid, rolled for a predetermined time and the non-dispersed residue recovered on a screen, dried and weighted. The result is expressed in terms of the percentage of the original weight of cuttings recovered at the end of the test. A high recovery indicates that the cuttings are of low reactivity, that the test fluid is inhibitive or a combination of both. The test is best limited to low viscosity additives such as salts, polyamines, glycols and small polymers. High viscosity fluids (eg those containing PHPA or Xanthan gum) will give an artificially high recovery because the thick fluid reduces the tumbling motion of the cuttings. This test gives a rapid first assessment of shale reactivity and screening of potential inhibitors.

این گونه آزمایشهای مقدماتی پاشیدگی (dispersion) در بطریهای شیشه ای در دما و فشار محیط انجام میگیرند. مقدار وزنی معینی از کنده ها در یک بطری با حجم معینی از سیال مورد آزمایش قرار داده شده و برای مدت زمان از قبل تعیین شده غلتانده شده و پس مانده بازیافت شده ی پخش نشده بر روی غربالی جمع آوری، خشک و وزن میگردد. نتیجه بر حسب درصدی از وزن اصلی از کنده هایی که در پایان آزمایش دوباره بازیافت شده اند اظهار می گردد. مقدار بازیافت زیاد نشاندهنده این است که کنده ها دارای واکنش پایینی هستند، که سیال آزمایشی مهارکننده (inhibitive) بوده و یا ترکیبی از هر دو میباشد. آزمایش بخوبی به افزودنی های کم گران رو مانند نمکها، پلی آمینها، گلیکولها و پالیمرها خفیف محدود گشته است. سیالات با گران روی بالا مانند آنها یی که حاوی PHPA یا Xanthan gum میباشند، بازیافت مصنوعی بالایی خواهند داشت چون که سیال غلیظ جنبش غلتانی کنده ها را کاهش میدهد. این آزمایش یک ارزیابی اولیه سریع از واکنش شیل و نمایش توانایی مهار کننده ها (inhibitors) را نمایش می دهد.

b. آزمایش پاشیدگی بصورت گرم غلتان Hot roll dispersion test

This is a standard oil field test. Weighed cuttings are placed in a steel or Inconel bomb with the test mud. The bomb is sealed, pressurised, rolled in an oven at temperature and the cuttings recovered, dried and weighed. As with the cold roll test, high recoveries indicate an inhibitive mud and/or shale of low reactivity. Since, in general, temperature and pressure do not influence shale recovery greatly-and this test is relatively complicated and time consuming - there are few advantages in using it in place of the cold roll method.

Probably the only times when the hot roll test gives additional information are when temperature thins the mud significantly (this test is sensitive to viscosity) or when inhibitors are degraded by temperature.

این یک آزمایش استاندارد میدان نفتی میباشد. کنده های وزن شده در یک بمب استیلی یا یک بمب Inconel همراه سیال آزمایشی قرار داده شده اند. بمب مسدود شده، تحت فشار قرار گرفته، در یک کوره و در دما غلتانده شده و کنده ها بازیافت، خشک و وزن گردیده اند. همانند با آزمایش غلتان سرد، بازیابی فراوان مشخصه یک سیال حفاری مهار کننده (inhibitive) و یا شیل کم واکنش میباشد. چونکه، درکل، حرارت و فشار در شیل بازیافتی تاثیر زیادی ندارند. این آزمایش نسبتاً پیچیده و زمان بر می باشد. در اینجا مزیت‌های کمی در استفاده از این روش بجای روش غلتان سرد وجود دارد. احتمالاً تنها زمانهایی که آزمایش غلتان گرم اطلاعات اضافی میدهد زمانی است که حرارت مشخصاً سیال را رقیق میکند (این آزمایش به گران روی حساس میباشد) یا زمانیکه مهار کننده ها (inhibitors) توسط حرارت فاسد میشوند.

c. زمان مکش موئین Capillary suction time (CST)

This test uses the filtration time of shale dispersion as a measure of reactivity. The assumption is that the more reactive the shale, the finer will be the dispersion formed in water and hence the longer the filtration time in the test. The results can be useful but are very sensitive to the way in which the clay suspensions are prepared. The method can be used to assess salts as inhibitors but cannot be used for polymers: It is therefore a limited and potentially misleading method of assessing mud formulations.

این آزمایش زمان تصفیه پراکندگی شیل (filtration time of shale dispersion) را بعنوان سنجشی از واکنش پذیری استفاده میکند. فرض این است که هرچه شیل فعال تر باشد، پراکندگی (dispersion) ریزتری در آب شکل خواهد گرفت و از این رو زمان تصفیه طولانی تری برای آزمایش احتیاج می باشد. نتایج میتواند قابل استفاده باشند اما به روشی که با آن تعلیق های رسی تهیه شده اند خیلی حساس می باشند. این روش می تواند برای ارزیابی نمکها بعنوان مهارکننده ها (inhibitors) استفاده شود ولی نمی تواند برای پالیمرها مورد استفاده قرار گیرد: بنابراین، آن یک روش محدود و قویاً گمراه کننده از ارزیابی جهت طراحی های سیال حفاری میباشد.

d. آزمایش فرونشانی پراکندگی Slake Dispersion Test (SDT)

The slake dispersion test - sometimes called the "hamster cage" test - is an aggressive cuttings dispersion test developed by BP and now widely used in the industry. An advantage of the test compared with the hot roll test is that it more clearly differentiates between the performances of different inhibitive mud types and hence allows the best mud to be selected with more confidence. A disadvantage is that approximately 100 gm of cuttings is required for each test (this amount of cuttings is not available routinely as rig site samples and specific sampling instructions will be needed).

آزمایش کاهش دادن پراکندگی (The slake dispersion test) بعضی مواقع قفس فلج کننده (hamster cage) نامیده میشود، و آن روشی میباشد که آزمایش پرتکاپوی پراکندگی کنده ها را اندازه گیری می کند که توسط BP توسعه یافته و هم اکنون بصورت گسترده ای در صنعت استفاده می گردد. یکی از فواید این آزمایش در مقایسه با آزمایش غلتان گرم آن است که بیشتر و مشخصاً بین عملکردهای نمونه های مختلف سیال حفاری بازدارنده (inhibitive) تفاوت می گذارد و از این رو اجازه میدهد که بهترین سیال حفاری با اطمینان بیشتری انتخاب گردد. یکی از اشکالات آن است که تقریباً یکصد گرم از کنده ها برای هر آزمایشی لازم می باشد (این مقدار از کنده ها بصورت عادی در نمونه های محل دکل در دسترس نمیشود و دستورات مخصوص نمونه گیری احتیاج خواهد بود).

e. آزمایش تورم پذیری Swelling test

Dispersion tests will indicate how effectively muds will prevent the breakdown of cuttings as they are carried out of the well and will also give an estimate of likely washout problems but they provide no indication of the swelling potential of shales. There are several swelling tests, some of which use preserved core, some compacted cuttings and some dried and reconstituted shale. BP's preferred method uses preserved core in an unconfined test with a circulating mud system. This test has been chosen because of its ease of use, speed and flexibility. The results appear to correlate well with the observed field behavior of several muds.

آزمایشات پاشیده شدن مشخص میکند که سیالات حفاری چگونه بخوبی از خورد شدن کنده ها همچنانکه از چاه به خارج حمل می گردند جلوگیری می کنند و همچنین تخمینی از مشکلات احتمالی آب بردگی ارائه می دهد ولی هیچگونه علائمی از پتانسیل تورم پذیری شیلها در اختیار نمی گذارد.

تورم پذیری شاخصی بحرانی است چونکه اندازه ای از تنش را که میتواند در حفره چاه شکل پذیرد و منتج به هم آمدگی (collapse) یا نرم شدگی گردد را نشان میدهد. آن همچنین مقداری از اندازه ی گسترش نفوذ سیال به درون شیل را نیز در دسترس قرار میدهد. چندین آزمایش گوناگون برای تورم پذیری وجود دارد، که بعضی از آنها از مغزه ذخیره شده، بعضی کنده های فشرده شده و بعضی از شیل های خشک و دوباره ترکیب شده استفاده میکنند. روش ترجیحی BP استفاده از مغزه ی محافظت شده در یک آزمایش نا محدود با یک سیستم گردش سیال حفاری میباشد. این آزمایش بعلت آسان بودن روش استفاده آن، سرعت و انعطاف پذیری انتخاب شده است. نتایج بنظر میرسد که بخوبی با رفتار میدانی مشاهده شده با چندین سیال حفاری مقایسه گردیده است.

f. Penetrometer (hardness) test (سختی) *ج. آزمایش نفوذ سنجی*

A penetrometer will detect any softening of shale which is caused by exposure to different muds and hence can be used as a measure of inhibition. The test is of limited value when used in isolation and is best used in conjunction with swelling and dispersion data. This test requires samples which have a well defined geometry and cannot be used directly on cuttings.

نفوذ سنج penetrometer وسیله ایست که هرگونه نرم شونگی شیل را که بعلت در معرض قرار گرفتن با سیالات مختلف بوجود آمده است را نمایان می گرداند و از این رو می تواند برای یک سنجشی از بازدارندگی (inhibition) استفاده گردد. آزمایش وقتی که در انزوا (isolation) انجام شود از ارزش محدودی برخوردار بوده، و بهترین حالت استفاده زمانهست که همراه با داده های تورم زایی و پاشیدگی استفاده شود. این آزمایش نمونه هایی را که از لحاظ هندسی بخوبی مشخص شده اند لازم دارد و مستقیماً نمیتواند بر روی کنده ها مورد استفاده قرار گیرد.

g. Extrusion (hardness) test (سختی) *ج. آزمایش روزن رانی*

This new test, developed at Sunbury, measures changes in the bulk hardness of cuttings after exposure to mud by determining the force needed to extrude cuttings through small holes drilled in a metal plate. The method appears to relate well to other measures of shale inhibition (particularly dispersion) and is potentially a useful, robust and simple rig site test.

این تست جدید، بسط داده شده در Sunbury، تغییرات ایجاد شده در سختی جسم کنده ها را که بعد از در معرض قرار دادن آنها در سیال حفاری حاصل شده، با تعیین نیروی لازم جهت عبور کنده ها از درون سوراخ های ریز حفاری شده در یک صفحه فلزی اندازه می گیرد. بنظر میرسد که این روش بخوبی با بقیه اندازه گیری های بازدارندگی شیل (shale inhibition) (نسبتاً پخش شده particularly dispersion) مرتبط بوده و به درستی آزمایشی قابل استفاده، قاطع و ساده ایست که میتواند در مکان دکل انجام پذیرد، می باشد.

h. Downhole tests *ج. آزمایشات ته چاهی*

Several large scale testers exist which can study shale inhibition under down hole conditions. The most recognized "public" facility is operated by O'Brien, Goins and Simpson (OGS) in Houston. BP also has access to a shale tester at Baker Hughes, Inteq (Milpark) in Houston as a result of collaborative work over the last 3 years. In principle, because the testing is carried out under downhole conditions of temperature, pressure and annular velocity, muds which give good results in these tests should also give good field performance. In reality, the non-availability of good, undamaged core makes much of this testing suspect. The tests are also very time consuming and expensive. Published studies generally rank muds in the same order as obtained with the simpler tests outlined above.

تعدادی آزمایش گر با میزان های بزرگ که میتوانند بازدارندگی (inhibition) شیل در وضعیت های ته چاه را مطالعه کنند وجود دارد. بیشترین وسیله عمومی شناخته شده توسط O'Brien ، Goins ، Simpson و OGS) در هوستون (Houston) بکار گرفته شده است. همچنین BP دسترسی به آزمایش کننده شیل در Baker Hughes, Inteq (Milpark) in Houston به عنوان یک نتیجه کار مشترک در طی سه سال اخیر را داشته است. در عمل، چونکه انجام آزمایش در وضعیت های درون چاهی مانند حرارت، فشار و سرعت جالیز، انجام گرفته است، سیالات حفاری که نتایج خوبی در این آزمایشات داده اند نیز باید نمایش میدانی خوبی داشته باشند. در واقع، فراهم نبودن یک مغزه خوب و سالم اکثر این آزمایشات را مضمون می سازد. آزمایشات بسیار زمان بر و همچنین گران می باشند. مطالعه انتشارات کلا سیالات حفاری را در ردیفی به همان ترتیبی که با آزمایشات ساده تر ردیف شده و در بالا حاصل شده است نشان می دهد.

1.5.ف بهینه سازی تمرینات حفاری *F.1.5 Optimise Drilling Practices*

Good mud selection is critical to the success of drilling problem shales but it is still only one part of the larger planning process. **Several other factors must also be considered:**

انتخاب درست سیال حفاری برای موفقیت در حفاری شیل های مشکل دار بسیار حساس است اما هنوز قسمتی از فرآیند مهمتر طراحی کردن سیال حفاری میباشد. همچنین چندین عامل دیگر را که باید مورد توجه قرار داد میتوان به شرح زیر نام برد:

a. Pore Pressures *الف. فشارهای منفذ*

The predicted pore pressures (and those observed in offset wells) will determine the minimum mud weights needed for well control and for good mechanical wellbore stability. Given the arguments used; the lowest acceptable mud weight should be used to minimize the invasion of filtrate into the shale.

فشارهای منفذ پیشبینی شده (و آنهایی که در چاههای حفاری شده مجاور مشاهده شده اند) حداقل وزنه‌های سیال حفاری مورد نیاز را برای کنترل چاه و ثبات مکانیکی حفزه چاه تعیین میکنند. مباحث ارائه شده ی مورد استفاده، پایین ترین وزن سیال حفاری قابل قبولی را که باید جهت محدود کردن هجوم صافاب به درون شیل استفاده شود را مشخص می کنند.

b. Casing points *ب. عمق های لوله جداری گذاری*

Casing points may be controlled by the pore pressure plot or the occurrence of suitably competent formations. However, where possible the casing programmed should be designed to minimize the length of time reactive shales are exposed to the mud.

عمق های لوله جداری (casing points) ممکن است توسط نمودار فشار منفذ یا رخدادی از سازندهای مناسب و کارآمد، تعیین و کنترل شود. بهر حال، و در حد ممکن، برنامه لوله جداری باید طوری طراحی گردد که طول زمانی را که شیل های واکنش زا در معرض سیال حفاری قرار میگیرند را کاهش دهد.

c. Bit selection *ث. انتخاب مته*

Selection of the bit type and nozzle sizes which give the optimum combination of ROP and bit life is still an imprecise science since it depends strongly on formation mineralogy, hardness and chemistry as well as mud formulation. Offset well information will be a good initial guide and this data should be supplemented as necessary with guidance from bit manufacturers and in-house specialists.

انتخاب نوع مته و اندازه های افشانک (nozzle) که مساعدترین ترکیب از میزان حفاری (ROP) و عمر مته را شکل میدهد، هنوز علم مبهمی است که تا بحال قویا به معدن شناسی، سختی و شیمی سازند و همچنین به طراحی صحیح سیال حفاری بستگی دارد. اطلاعات چاه حفاری شده مجاور راهنمای اولیه خوبی خواهد بود و این داده ها باید لزوما با راهنمایی از سازندگان مته و متخصصان مربوطه تکمیل گردد.

d. Tripping procedures *ج. روش های چاه پیمایشی*

Even with the new types of highly inhibitive WBM, it is still recommended that frequent wiper trips are made. As a minimum, newly drilled hole should be wiped every 300 metres or more frequently as hole conditions dictate. Before tripping, ensure sufficient mud circulation has taken place to clean the hole. Tight sections should be worked through carefully, if possible while circulating the mud. Trip speeds - both in and out of the hole - must be controlled to avoid swab/surge pressures destabilising any weakened shales.

حتی با نمونه های جدید سیالات حفاری پایه آبی بازدارنده (inhibitive)، هنوز پیشنهاد شده است که پیمایش های تمیز کننده (trips wiper) بصورت مرتب انجام شوند. حداقل، چاه تازه حفاری شده باید در هر 300 متر یکبار یا به دفعات و طبق دیکته کردن وضعیت چاه تمیز گردد. قبل از چاه پیمایش (tripping)، مطمئن شوید که گردش کافی سیال حفاری برای تمیز کردن چاه انجام پذیرفته است. در صورت امکان در زمان گردش دادن سیال حفاری باید با دقت درون قسمتهای تنگ حفزه ی چاه کار شود. سرعت پیمایش (Trip) باید، هم به درون و هم به بیرون چاه، برای اجتناب از فشارهای مکش/ تلاطم (swab/surge) و هر گونه ناپایدار کردن شیل های ضعیف شده به درستی کنترل گردد.

F.1.6 Communicating Potential Problems and Remedial Actions

اف 1.6 ارتباط دادن مشکلات بالقوه و روش های درمان آنها

The planning process will identify preferred procedures and potential problems and should suggest some remedial actions. It is vital that these issues are communicated to rig site personnel - most importantly, the contractors - who should understand the objectives of the well, why certain procedures are proposed and what remedial actions are suggested. The rig site "team" should be involved at a level consistent with the expected severity of the problems: for high risk wells it is recommended that the contractors are involved early in the planning process and become "partners" in achieving the objectives.

فرآیند طراحی، روش ها و مشکلات بالقوه را به ترتیب ارجعیت شناسایی میکند و بعضی از روش های درمانی را ارائه می دهد. ضروری است که این موضوعات به افراد روی دکل و خیلی مهمتر به پیمانکاران و کسانی که باید واقعیات چاه را درک کنند ابلاغ گردیده باشد، چرا که بدین صورت روش های مطمئن معرفی گردیده و چگونگی درمان ها نیز پیشنهاد شده است. تیم محل دکل حفاری باید در سطحی عالی و موافق با سختی مشکلات قابل انتظار درگیر بوده باشند: برای چاههای پر خطر پیشنهاد می شود که پیمانکارانی که اخیرا در فرآیند طراحی درگیر بوده اند در دست پایی به مقاصد نیز شریک شوند.

F.1.7 Establish a Review Mechanism اف 1.7 ایجاد کردن یک مکانیسم بازنگری

A final aspect of the planning process is to decide on the data required from the coming well and how it will be collected and recorded. Quality information - whether accessed from written reports or databases such as DEAP - will be the basis of the learning process for future wells and proper dissemination of the information will help the Company learn more quickly on a global basis.

دیدگاه نهایی در فرآیند طراحی، تصمیم گرفتن بر مفروضات خواسته شده از چاه آینده و چگونه آنها جمع آوری و ثبت خواهد شد، می باشد. کیفیت اطلاعات (خواه از گزارشات ثبت شده و یا از ذخائر اطلاعاتی بدست آمده باشند) پایه هایی از فرآیند آموزشی هستند که برای حفاری چاه های آینده و انتشار صحیحی از اطلاعات به شرکت کمک خواهد کرد که بر پایه های جهانی خیلی سریعتر آموزش ببیند.

Section G: SHALE PROBLEMS AT THE RIG SITE

بخش جی: مشکلات شیل در محل دکل حفاری

When a well is planned the likely shale problems should have been identified and the most suitable mud system selected. Unless OBM has been chosen, it is possible (even with the most advanced inhibitive WBM) that some wellbore problems will be experienced. The impact of these problems will be minimized if they are recognized early, the appropriate remedial action taken and the effect monitored. Although many shale problems are easily recognized, their cause(s) can be ambiguous and so any treatment may or may not be effective: **this under lines the importance of monitoring the effect of any treatment and - if unsuccessful - to try an alternative approach. Typical problems and possible solutions are discussed below:**

هنگامیکه حفاری چاهی طراحی شده است مشکلات احتمالی شیل باید شناسایی و مناسب ترین سیستم سیال حفاری نیز انتخاب گردیده باشد. مگر اینکه سیال حفاری پایه روغنی انتخاب شده باشد، و به هر حال ممکن است (حتی با سیالات حفاری پایه آبی خیلی پیشرفته) که بعضی از مشکلات حفاره چاه دوباره تجربه شوند. تاثیر این مشکلات اگر سریع شناسایی شده باشند، و بهترین روش درمانی انجام گرفته باشد و تاثیرات نیز مشاهده شده باشد، محدود خواهد شد. گرچه بسیاری از مشکلات شیل بسادگی شناخته شده اند، ولی علل وقوع آنها میتواند مبهم باشد و بنابراین هر درمانی ممکن است موثر بوده و یا موثر نباشد: **تاکیدات** زیر اهمیت پی گیری کردن از تاثیر هر درمانی را اگر هم ناموفق باشد و همچنین امتحان کردن یک رهیافت جانشین را توضیح می دهد. مشکلات نمونه و راه حل های ممکنه در ادامه مورد بحث قرار گرفته اند:

جی 1.0 چاه تنگ G.1.0 Tight Hole

Tight hole during trips or on making connections is indicative of an obstruction or constriction in the wellbore. This can be due to:

تنگی چاه هنگام چاه پیمایشها (trips) یا زمان اتصالات لوله ها نشانه ای از وجود مانع و یا انقباض در حفرة چاه میباشد. این مشکل می تواند بععل زیر باشد:

- A build up of cuttings beds in deviated holes which should be remedied by improving hole cleaning. This can be achieved by increasing circulating rates, increasing circulating times, decreasing ROP or changing the mud rheology as appropriate. Hole cleaning will be made more difficult in reactive shales if the cuttings become sticky enough to aggregate into a coherent mass. Gumbo rings and sticky cuttings can also be a problem in vertical holes. In general this should be solved by increasing the inhibitive nature of the mud by increasing the salt content or the concentration of low molecular weight additives such as glycols (or polyamines). If the problem occurs in a PHPA mud, addition of more encapsulating polymer is unlikely to be beneficial.

یک لایه تشکیل شده از کنده ها در چاه های انحرافی تشکیل میشود که باید با روشهای اصلاحی تمیز کردن چاه درمان شود. درمان این مشکل با افزایش میزان گردش و افزایش زمان گردش، کاهش میزان حفاری یا تغییر رئولوژی سیال حفاری بسمت خواص مناسب، میتواند بدست آید. تمیز کردن چاه در شیل های فعال اگر کنده ها بقدر کافی چسبنده شوند و در درون یک توده منسجم جمع گردند، بسیار مشکل خواهد بود. همچنین حلقه های گامبو وکنده های چسبناک میتوانند در چاه های عمودی نیز یک مشکل باشند. در کل این مسئله می تواند با افزایش ماهیت بازدارندگی (inhibitive) سیال حفاری که با افزایش شوری آن با افزایش غلظت افزودنی های دارای وزن ملکولی کم مانند گلیکولها یا پلی آمینها ممکن است، بر طرف گردد. اگر مشکل هنگام استفاده از سیال حفاری PHPA رخ دهد، افزودن بیشتر این پالمر غلاف ساز احتمالاً سودمند می باشد.

- Shale cavings or pieces of cement can fall into the wellbore. Approaches outlined below should be used to prevent cavings. Blocky material can be removed from the wellbore by circulating the mud and gently working the string. Viscous pills will help remove particularly large or dense material.

ریزش های شیل یا تکه های سیمان می توانند به درون حفرة چاه سقوط کنند. دستیابی به روشهای خلاصه شده زیر لازم است برای جلوگیری از ریزش مورد استفاده قرار گیرند. مواد کونده ای (Blocky material) میتوانند با گردش سیال حفاری و کار کردن ملایم با لوله های حفاری از حفرة چاه خارج گردند. مخصوصاً پیل های گرانو (Viscous pills) میتوانند در خارج کردن مواد بزرگ و سخت کمک کنند.

- Shale - particularly those in Classes "A" and "B" - can soften and deform into the wellbore by swelling an/or plastic flow. Increasing mud weight will help hold the wellbore open but may cause longer term problems because the higher differential pressure increases the rate at which mud filtrate is lost to the formation. This could result in further problems some hours or days later.

شیل خصوصاً آنهایی که در کلاس آ و بی هستند، می توانند نرم گردند و بسوی درون حفرة چاه با متورم شدن یا جریان پلاستیکی تغییر شکل یابند. افزودن وزن سیال حفاری کمک به باز نگه داشتن حفرة چاه می کند اما ممکن است باعث مشکلات دراز مدتی نیز بشود، چونکه اختلاف فشار بیشتر میزان گمگشتگی صافاب سیال حفاری در سازند را افزایش می دهد.

The preferred approach is to increase the mud weight only the minimum necessary to ease the tight hole problem and at the same time reduce the mud fluid loss to below a corrected value of 5mls (API test) by the addition of starch, PAC or CMC (this will control fluid loss in silty horizons but will have less impact in tight mud stones).

موضوعی که ارجعیت دارد دست یابی به افزایش وزن سیال حفاری یعنی به حداقل اندازه مورد لزومی است که مشکل تنگی چاه را ساده گرداند. و همزمان صافاب سیال حفاری را به پایین تر از حد مورد نظر یعنی به حدود 5 میلی (API test) با افزودن نشاسته، PAC یا CMC کاهش دهد. این عمل صافاب را در گستره های لجنی (silty horizons) کنترل میکند ولی اثر کمی در گل سنگها (stones mud) خواهد داشت.

The situation should be monitored carefully and further increases in mud weight only made when hole conditions dictate. Many times when drilling with WBM the first trip through newly drilled hole will be tight but subsequent trips will be clean. It is recommended that, if possible, the hole is wiped on this first trip without increasing mud weight; the mud weight should only be raised if later trips through the same section remain tight.

وضعیت باید بخوبی تحت نظر بوده باشد و افزایش بیشتر در وزن سیال حفاری زمانی انجام گیرد که اوضاع چاه خواهان آن باشد. بیشتر مواقع در هنگام حفاری با سیال حفاری پایه آبی، اولین چاه پیمایش (trip) از درون چاه تازه حفاری شده با مشکل همراه بوده ولی چاه پیمایشهای (trips) بعدی راحت تر خواهند بود. این موضوع پیشنهاد شده است که، اگر ممکن است، چاه در اولین چاه پیمایش (trip) بدون افزودن وزن سیال حفاری تمیز گردد، و وزن سیال حفاری فقط وقتی میتواند افزایش یابد که چاه پیمایشهای (trips) بعدی در درون همان بخش حفاری شده به راحتی انجام پذیر نباشد.

As well as the mud weigh/fluid loss approach, other changes to the mud formulation may be appropriate. If the shale contains swelling clays then increasing the KCL concentration (and glycol if this is used) should be considered. Increases of the order of 10ppb KCL would be expected to provide some benefit. If the mud already contains PHPA, increasing the concentration above 0.5ppb is unlikely to give any incremental improvement. In fact, it could be that high levels of PHPA could contribute to the formation and stabilization of a soft, sticky layer of shale at the wellbore wall and thus contribute to tight hole. One approach used by some operators is to decrease the PHPA concentration in severe tight hole situations which allows some erosion of the wellbore and gives a slightly over gauge hole. If this approach is used, mud solids will increase more rapidly and may necessitate more mud dilution. Once reactive drill solids have built up in the mud it will be difficult to re-introduce PHPA without greatly increasing rheology. Hence reducing the PHPA concentration to ease tight hole problems should only be done with the understanding that the flexibility of the mud formulation is ultimately reduced.

همانند وزن سیال حفاری و دستیابی به صاف آب مورد نظر، سایر تغییرات در طراحی سیال حفاری ممکن است صحیح باشد. اگر شیل شامل رس های تورم زا میباشد لذا افزایش غلظت پتاسیم کلرید (و گلیکول اگر استفاده شده باشد) لازم است مورد توجه قرار گیرد. دستور افزایش 10ppb KCL انتظار میرود که فوایدی را به همراه داشته باشد. اگر سیال حفاری نقدا شامل PHPA میباشد، افزایش غلظت به بالای نیم پوند در شبکه بعید است که باعث تسریع بهبودی گردد. در نتیجه آن میتواند بالاترین سطوح استفاده از PHPA باشد که بتواند کمک در سازند و پایداری لایه ی نرم و چسبنده شیل در دیواره حفاره چاه و از این رو در تنگی چاه (tight hole) شرکت داشته باشد. دست آوردی که توسط بعضی از کارفرماها مورد استفاده قرار گرفته است کاهش غلظت PHPA در وضعیتهای مشکل تنگی چاه میباشد که اجازه میدهد مقداری خوردگی در دیواره چاه ایجاد گردد که تا اندازه ای باعث گشاد شدن چاه و رفع تنگی آن می گردد. اگر این خواسته حاصل گردد، جامدات سیال حفاری سریعتر افزایش یافته و ممکن است رقیق سازی بیشتر سیال حفاری را لازم گرداند. هنگامیکه کنده های واکنش زا در سیال حفاری افزایش یابند، لذا مشکل خواهد بود که دوباره ماده PHPA را بدون افزایش بیشتر رآلوزی جهت استفاده معرفی کرد. بنابراین، کاهش غلظت PHPA برای ساده کردن مشکلات تنگی چاه باید تنها با درک اینکه انعطاف پذیری فرمول سیال حفاری کاهش یافته است انجام پذیرد.

G.2.0 Soft Cuttings, Cuttings Dispersion and Gumbo

جی 2.0 کنده های نرم، پاشیدن کنده ها و گامبو

Soft, mushy cuttings at the shakers can occur with swelling and non-swelling shales. Addition of high molecular weight polymers (eg PHPA, starch, CMC) will not improve cuttings hardness directly, although if the addition of polymers improves hole cleaning this may reduce the residence time of cuttings in the wellbore and therefore reduce softening. Increasing the salinity of the mud aqueous phase will normally increase cuttings hardness. The preferred choice of salt is KCL since this will be effective in swelling and non-swelling shales. Any improvement in cuttings hardness should be noticed at the shakers in 1 to 2 mud circulation periods.

کنده های نرم و قارچی شکل مشاهده شده بر روی الکر لوزان می توانند توسط شیل های تورم پذیر و تورم ناپذیر ایجاد گردند. افزودن پلیمرهای با وزن ملکولی بالا (مانند PHPA، نشاسته، سی ام سی) مستقیماً باعث بهبودی در سخت گشتن کنده ها نمی شوند. گرچه، افزودن پلیمرها باعث بهبودی در تمیز کردن چاه می شود و این امر ممکن است که مدت حضور کنده ها را در حفاره چاه کاهش داده و بنابراین و به این علت نرم گشتن آنها را نیز کاهش دهد. افزایش شوری فاز آبی سیال حفاری معمولاً سختی کنده ها را افزایش می دهد. نمک ترجیح داده شده برای این مسئله پتاسیم کلرید می باشد از این رو که این امر در شیل های تورم پذیر و غیر تورمی اثر خواهد داشت. هر بهبودی در سختی کنده ها ی حفاری بعد از یک یا دو دوره از گردش سیال حفاری بر روی الکر لوزان باید مورد ملاحظه قرار گیرد.

Addition of (or an increase in the existing concentration of) glycol can have a major effect on cuttings hardness: for example field measurements on a NCS well showed an approximate 300% increase in cuttings hardness on addition of 3% DCP208 glycol to a KCL/PHPA mud. Softening and dispersion may be reduced by selecting a bit which generates large cuttings, since their lower surface area and greater size will reduce the rate of softening relative to the same mass of smaller cuttings. Complete dispersion of cuttings into the mud, resulting in a thick "mush" at the shakers is generally indicative of a non-inhibitive or poorly inhibitive WBM. An existing mud of this type can be improved by adding KCL and, if possible, an encapsulating polymer. PHPA alone will produce softer cuttings than if used in conjunction with KCL.

افزایش (یا هر افزایشی در غلظت موجود گلی کول در سیال حفاری) گلیکول می تواند تأثیر قابل توجهی در سختی کنده ها داشته باشد: برای مثال سنجش های میدانی بر روی یک چاه (NCS) یک افزایش تقریبی 300% در سختی کنده ها با افزودن 3% گلیکول DCP208 در سیال حفاری پتاسیم کلریدی و حاوی PHPA را نشان داده است. نرم شدن و پاشیدن ممکن است با انتخاب مته ای که کنده های درشت تولید میکند کاهش یابد. از اینرو مساحت کمتر سطح آنها و اندازه بزرگتر آنها درجه نرم شدن را که مربوط به همان توده از کنده های کوچکتر است را کاهش خواهد داد. پخش شدن کامل کنده ها در درون سیال حفاری، که منتج به تولید یک توده قارچی ضخیم بر روی الکر ها می شود در کل ش اخصی از یک سیال حفاری پایه آبی نا باز دارنده و یا باز دارنده ی ضعیف (non-inhibitive or poorly inhibitive WBM) میباشد. وجود چنین نمونه ای از سیال حفاری میتواند با افزودن پتاسیم کلرید و اگر ممکن است با یک پلیمر غلاف ساز بهبود یابد. PHPA به تنهایی کنده های نرم تری را اگر همراه پتاسیم کلرید استفاده شده باشد، تولید می کند.

Gumbo is normally restricted to young, usually shallow shales such as Class "A" type but can occur in swelling and non-swelling formations. Problems can be minimized by ensuring good hole cleaning and by using saline moods (particularly KCL or KCL/glycol muds).

گامبو معمولاً به شیل های جوان و غالباً کم عمق مانند نمونه کلاس "A" محدود شده است اما میتواند در سازندهای تورم پذیر و تورم نا پذیر موجود باشد. این گونه مشکلات میتوانند با حاصل اطمینان از تمیز کردن کافی چاه و با استفاده از سیالات حفاری نمکی (خصوصاً پتاسیم کلرید یا پتاسیم کلرید و گلیکول) محدود شود.

جی 3.0 ریزش ها و پر شدن چاه G.3.0 Cavings and Hole Fill

Caving can occur as soon as a formation is exposed if the mud weight is too low to prevent mechanical failure of the wellbore. In this case the correct response on seeing the characteristic curved, firm carvings is to raise the mud weight and continue to observe the shakers. Cavings can also be caused by stresses building up in the shale as a result of **(a) pore pressure penetration and (b) chemical reactions.**

عمل ریزش (Caving) به محض اینکه سازندی باز شده و خصوصاً اگر وزن سیال حفاری بسیار پایین تر از آبی باشد که برای جلوگیری از نقص مکانیکی کافی است، روی میدهد. در این حالت بهترین پاسخ در هنگام دیدن ریزش های حلالی و سخت، آن است که وزن سیال حفاری را افزایش داده و مرتب الگ را مشاهده کرد. ریزشها (Cavings) همچنین می توانند با تنش هایی که تدریجاً در شیل در نتیجه **(الف) نفوذ فشار منفذ و (ب) واکنش های شیمیایی افزایش میبایند صورت پذیرد.**

a. In this case, the invading filtrate raises the pore pressure of the formation fluid to that of the mud in the wellbore; this has the same effect as reducing mud weight and can cause generation of carvings sometimes several days after the formation is exposed. The response should be to raise the mud weight which increases the overbalance between the mud and the shale in the wellbore wall. This effect does not occur with OBM which cannot penetrate the shale pores.

الف: در این حالت، صاف آب نفوذ کننده، فشار منفذ مایع سازند را به همان اندازه ای که در سیال حفاری که در حفره چاه میباشد افزایش می دهد. این پدیده تأثیر مشابهی مانند تأثیر کاهش وزن سیال حفاری را دارد و می تواند باعث تولید ریزش هایی در بعضی از مواقع، چند روز بعد از اینکه سازند باز شده است را باعث شود. پاسخ باید افزایش وزن سیال حفاری باشد تا افزایش تعادل بین سیال حفاری و شیل را در دیواره حفره چاه باعث نشود. این اثر با سیال حفاری پایه روغنی که نمی تواند به منافذ شیل نفوذ کند رخ نمی دهد.

b. Filtrate which is not compatible with the swelling minerals in shale will build up stress in the rock over several hours or days and can result in wellbore failure. In this case raising the mud weight will not control the carvings and may, in the long term make the problem worse. Chemicals which reduce the swelling potential would be added to the mud; KCL and particularly glycol are the preferred materials. PHPA is not effective. Glycols may help to lower the rate of fluid loss into the shale as well as reducing the swelling pressure.

Naturally fractured shale's, shale's which fracture during drilling and those which fracture by chemical or pore pressure effects need special care. In addition to the remedies described above, particulate materials such as Gilsonite and asphalts will help to block fractures and stabilize the formations (some fluid loss agents such as starch may perform a similar function). Oil based mud's may actually be detrimental in these shale's since the oil phase can lubricate the fractures and promote failure. Where shale's are suspected of being fractured, trip speeds should be controlled to prevent further destabilization of the formations. Whenever cavings are observed-and particularly where large blocky material is produced from fractured shale's-close attention should be given to effective hole cleaning. High viscosity pills should be used where necessary.

ب: صاف آبی که با کانیهای متورم زای (swelling) درون شیل همخوانی ندارد تنش را در صخره بعد از ساعت ها و یا روزها بعد از حفاری افزایش میدهد و میتواند منتج به شکستگی در حفره چاه گردد. در این حالت افزایش وزن سیال حفاری ریزش را کنترل نخواهد کرد و ممکن است، در دوره ای طولانی مشکل را حادتر سازد. برای درمان این پدیده، مواد شیمیایی که پتانسیل متورم شونده (swelling) را کاهش میدهند به سیال حفاری اضافه خواهند شد، پتاسیم کلرید و گلیکول مواد ترجیحی برای این منظور می باشند. در این موارد ماده ای PHPA موثر نمیشود. گلیکول ممکن است به کاهش هرزروی صاف آب به درون شیل کمک کرده و بخوبی فشار تورم پذیری را کاهش میدهد. انواع شیل هایی که بصورت طبیعی دارای شکافند، و شیل هایی که هنگام حفاری شکاف برداشته اند و آنهایی که توسط مواد شیمیایی یا تأثیرات فشار منفذ ترک خورده اند احتیاج به مراقبت خاص دارند. اضافه بر درمانهایی که در بالا یاد آوری شده است، مواد خاص مانند گلیسونایت و آسفالتها به مسدود کردن شکافها و استحکام سازندها کمک میکند. رژد (بعضی از مواد مانند نشاسته که خاصیت کنترل کنندگی صافی سیال حفاری را دارند ممکن است نقش مشابهی را نمایش دهند). سیالات حفاری پایه روغنی حقیقتاً ممکن است در این شیل ها نظر به اینکه فاز روغن می تواند شکاف ها را روان سازی کند زیان آور باشند و مشکل را افزایش دهد. جایبکه شیل ها مضمون به این هستند که شکاف بر می دارند، سرعتهای پیمایش چاه (trip) باید کنترل شود تا از ناپایداری کردن بیشتر سازند ها جلوگیری شود. هر زمانیکه ریزش ها مشاهده شده اند و خصوصاً جایبکه مواد کلوخه ای بزرگ از شیل های شکاف دار تولید شده است، توجه نزدیکی باید به موثر بودن تمیز کردن چاه داده شود. پیل های گران رو در جایی که لازم است باید استفاده شوند.

Managing caving shale's is often made more difficult because the exact depth of the caving interval may not be known. If close to the current TD, the cavings are most likely to be due to excess pore pressure in the formation but if some distance up the well they may be caused by chemical effects or pore pressure penetration. The success of the treatment can depend on the correct interpretation of the problem. Hole fill is generally an indication of cavings and unstable hole. The cavings may have been produced while the pipe was out of the hole or could have been dislodged by the pipe or surge pressures during the trip. Fill may also be indicative of poor hole cleaning.

مدیریت ریزش شیل ها اغلب به علت اینکه ممکن است عمق دقیق محل ریزش شناخته شده نباشد، بسیار مشکلتر گردیده است. این پدیده اگر نزدیک به عمق نهایی در حال انجام باشد، احتمالاً مشکل ریزش ها بیشتر بعلمت فشار اضافی منفذ در سازند می باشند. اما این مشکل در بعضی از عمق های فوقانی چاه ممکن است توسط اثرات مواد شیمیایی و یا در اثر نفوذ فشار منفذ حاصل شده باشند. موفقیت در درمان می تواند به تفسیر درستی از مشکل بستگی داشته باشد. پر شدگی چاه کلا علامتی از ریزش ها و ناپایداری چاه می باشد. ریزش ها ممکن است در زمانیکه لوله ها خارج از چاه باشند تولید شده باشند یا اینکه توسط لوله یا فشارهای تالطم (surge) در هنگام پیمایش (trip) جابجا شده باشند. همچنین پر شدن ممکن است نمایانگو علامتی از تمیز کردن ناقص چاه باشد.

جی 4.0 تغییرات در خواص سیال حفاری G.4.0 Changes in Mud Properties

Rapidly changing mud properties can impact the efficiency of the drilling process but can also be a valuable guide to the type of shale's being drilled. Key mud properties should therefore be closely monitored. Along with the MBT value of the mud, the rate of depletion of potassium is a good indicator of the swelling mineral content of shale's. When depletion is observed (as indicated by potassium analysis and/or softening of cuttings) action must be taken to maintain levels. In all mud treatments, early preventive action will give better control than later remedial treatments. Depletion of inhibiting polymers such as PHPA will be highest in dispersible shale's where there is the greatest production of high surface area material. Continual small addition of PHPA to the active system will keep a small excess concentration of the polymer in the mud and reduce dispersion. If this excess is allowed to disappear, solids will build up much more rapidly and the subsequent addition of PHPA to a solids-laden mud will cause a major viscosity rise (viscosity hump) which may result in large scale dumping and dilution of mud. Glycols do not deplete rapidly from WBM and so do not need such careful monitoring. Glycol concentrations are, at present, difficult to monitor directly but slow depletion will eventually show up as softer cuttings. To increase concentration, these additives can be added directly to the mud system without the rheological problems seen with PHPA.

تغییر کردن سریع خواص سیال حفاری می تواند بر بازدهی فرآیند حفاری برخورد داشته باشد. همچنین می تواند راهنمای با ارزشی برای نمونه شیلی که حفاری می شود باشد. بنابراین، خواص کلیدی سیال حفاری باید از نزدیک بازنگری گردد. در موازات با ارزش آزمایش ام بی تی (MBT) در سیال حفاری، میزان تحلیل پتاسیم نیز یک شاخص خوبی از کانی متورم شونده محتوی شیل ها می باشد. زمانیکه تخلیه (depletion) مشاهده گردیده است (که با آنالیز کردن پتاسیم و یا نرم گشتن کنده ها مشخص شده است) کنش ها باید برای نگهداری کردن مقادیر آنها انجام پذیرد. در تمام درمانهای سیال حفاری، کنش سریع بازدار (preventive) کنترل بهتری را از درمانهای علاجی بعدی خواهد داشت.

تخلیه پالیمرهای جلوگیری کننده (Depletion of inhibiting polymers) از قبیل (PHPA) در شیل های پاشنده در جاییکه در آنجا بیشترین تولید از مواد با مساحت سطحی بالا می باشد بالاتر خواهد بود. تداوم افزودن مقدار کمی از (PHPA) به سیستم فعال باعث نگهداری غلظت اضافی کمی از پالیمر در سیال حفاری و کاهش پاشیدگی میشود. اگر به این مقدار اضافی اجازه داده شود که ناپدید شود، جامدات خیلی سریعتر ترویج پیدا کرده و اضافه کردن بعدی (PHPA) به سیال حفاری بارشده از جامدات باعث افزایش فراوان گرانونوی (hump viscosity) خواهد شد که آن ممکن است منتج به دور ریختن و رفیق سازی سیال حفاری به میزان فراوانی گردد. گلیکول سریعاً در سیال حفاری پایه آبی تخلیه (deplete) نمی شود بنابراین مواظبت آنچنانی لازم ندارد. غلظت های گلیکول، در حال حاضر، مشکل است که مستقیماً مواظبت شود، اما احتمالاً تخلیه (depletion) پایین مانند کنده های نرم شده خود را نشان می دهند. برای افزایش غلظت، این افزودنی ها می توانند مستقیماً به سیستم سیال حفاری بدون مشکلات رنولوژی که با (PHPA) دیده شده است اضافه گردند.

Cationic molecules such as polyamines will deplete extremely rapidly when reactive shale's are drilled and can lead to large rises in mud viscosity because the drill solids will re-disperse into the mud. The situation can be remedied by adding more polymer but the maintenance doses required make this mud system extremely expensive.

The amount and size distribution of formation solids in the well give an indication of the changes in reactivity of formations being drilled and/or changes in the inhibitive properties of the mud. Assuming the efficiency of the solids control process has not changed, an increase in drill solids (usually accompanied by an increase in mud rheology) will indicate the presence of reactive formations or a reduction in mud inhibition.

مولکولهای کاتیونیک مانند پلی آمین ها در زمانیکه شیل های واکنش زا حفاری شده اند بسیار سریع تهی (deplete) میشوند و می توانند باعث افزایش فراوانی در گرانونوی سیال حفاری شوند، چونکه جامدات حفاری دوباره در سیال حفاری پخش میشوند. وضعیت می تواند با افزودن پالیمر بیشتر درمان شود ولی بسته های تعمیراتی در خواستی، این سیستم سیال حفاری را شدیداً گران می سازند. مقدار و اندازه پخش جامدات (distribution) سازند در حفاره چاه علامتی از تغییرات در فعالیت دوباره سازند هایی که در حال حفاری می باشند بوده و یا نشان دهنده تغییراتی در خواص مهارکنندگی (inhibitive) سیال حفاری می باشد. بر فرض اینکه بازدهی فرآیند کنترل جامدات تغییر نکرده باشد، افزایشی در جامدات حفاری (که معمولاً همراه با افزایش در رنولوژی سیال حفاری همراه می باشد) مشخصه ی حضور سازندهای واکنشگر یا کاهش در خاصیت بازدارندگی (inhibition) سیال حفاری می باشد.

جی 5.0 آزمایشات بازداری در محل دکل G.5.0 Rig site Inhibition Tests

There are currently few inhibition tests used at the rig site because, at least in part, of the relative complexity and time-consuming nature. Inhibition is most frequently judged by the firmness and quality of cuttings at the shakers, hole condition during trips, overall drilling performance and condition of the mud. There is a good deal of valuable information to be gained from these fairly subjective measures, particularly if observations are well recorded for later analysis.

در اینجا چند آزمایش بازدارندگی (inhibition) وجود دارد که، حداقل در قسمتی، بعلت پیچیدگی نسبی و طبیعت زمان بر بودنشان در محل دکل حفاری استفاده می شوند. بازدارندگی (Inhibition) بیشتر مواقع با پایداری و کیفیت کنده ها بر روی الک لرزان، وضعیت چاه در مواقع پیمایش ها (trips)، در سراسر عملیات حفاری و همچنین وضعیت سیال حفاری مورد قضاوت قرار گرفته است. در اینجا مقدار زیادی از اطلاعات ارزشمندی که از این اقدامات موضوعی منصفانه بدست میآید وجود دارد، خصوصا اگر مشاهدات برای آنالیز های مراحل بعدی بخوبی ثبت شده باشند.

Of the laboratory tests currently in use, the most useful as a rig site test appears to be the extrusion device which measures cuttings hardness. This method has the advantages of being quick, easy and robust and gives a numerical measure of cuttings hardness. Early trials with this device have been encouraging. More established tests-such as the cuttings dispersion and swelling tests - are of limited value as routine offshore methods.

از سنجه های آزمایشگاهی رایج مورد استفاده، مفیدترین آن مانند آزمایشی است که در محل دکل انجام میشود و به نظر میرسد که دستگاه برون رانی باشد که سختی کنده ها را اندازه می گیرد. این روش فوایدی از قبیل سریع بودن، ساده و نیرومند بودن دارد و اندازه ای عددی از سختی کنده ها را نشان میدهد. آزمایشات انجام شده اخیر با این وسیله دل گرم کننده بوده است. آزمایشات انجام شده بیشتر (از قبیل پاشاندن کنده ها و آزمایشات تورم زایی) از روش های معمول دریایی می باشند که دارای ارزش محدودی می باشند.

Section H: FUTURE TECHNOLOGY NEEDS

بخش اچ: تکنولوژی مورد احتیاج آینده

The industry's understanding of shale behavior is still quite incomplete, despite the 1,000's of research-years spent on the problem. Much of this effort has been replicated or is of low quality but the central reason for the apparent slow progress is the complexity of the subject.

درک صنعت از رفتار شیل هنوز خیلی نا کامل میباشد، علارغم هزاران تحقیق سالانه که بر روی این مسئله صرف شده است، بیشتر این کوششها تکرار شده و یا داری کیفیت پایینی است اما دلیل اصلی برای پیشرفت ظاهرا آرام آن، پیچیدگی موضوع می باشد.

Shale's are very variable materials and hence are extremely difficult to characterize and describe in an absolute way; similarly water based muds are complex, variable and ill-defined colloidal suspensions. Therefore an absolute description of shale/WBM reactions is, at best, still some way off and may never be feasible.

شیل ها مواد متغیری میباشدند و از این رو بسیار مشکل است که بطور مطلق توصیف و شرح داده شوند، همینطور سیالات حفاری پایه آبی که پیچیده، متغیر و دارای تعلیقات کلونیدالهای نامفهوم میباشدند. بنابر این ، شرحی مطلق از واکنش های شیل و سیال حفاری پایه آبی در بهترین حالت هنوز بدون پایان است و ممکن است هرگز شدنی نباشد.

Research in this area has been slowed because of the widespread use of OBM in drilling reactive shales; it is less important to understand WBM reactions when oil mud can be programmed.

تحقیق در این محدوده بعلت استفاده گسترده از سیال حفاری پایه روغنی در حفاری های فعال آهسته گردیده است ؛ درک واکنشهای سیال حفاری پایه آبی تا زمانیکه سیال حفاری پایه روغنی میتواند برنامه ریزی گردد، اهمیت کمتری دارد.

However, progress is being made in many areas and mud systems are selected and used in a much more intelligent way than a decade ago. This trend is expected to continue as restrictions on the use and discharge of OBM increase.

بهرحال، پیشرفت در بسیاری از مناطق در حال انجام می باشد و سیستم های سیال حفاری انتخاب و در راهی هوشیارانه تر از یک دهه قبل مورد استفاده قرار گرفته اند. انتظار میرود که این تمایل ادامه یابد همچنانکه ممنوعیت در استفاده و دور ریختن سیال حفاری پایه روغنی افزایش می یابد.

There are several important areas where our lack of knowledge restricts effective control of shales and use of WBM. These are outlined below.

در اینجا مکانهای مهمی هستند که دانش ناقص ما کنترل موثر شیل ها و استفاده از سیال حفاری پایه آبی را محدود می کند. اینها در ادامه آورده شده اند.

1.0 تاثیرات متقابل نمک و شیل H.1.0 Shale/Salt Interactions

The reaction of an invading salt solution with shale minerals and pore fluids is the factor which determines how much the rock will swell, stress and/or soften.

واکنش یک محلول نمک نفوذ کننده با کانی های شیل و مایع های درون منفذ فاکتوری است که تعیین میکند که صخره چقدر متورم، تنش و یا نرم خواهد شد.

Theories of osmosis have been proposed and attempts made to explain shale behavior in terms of cation exchange, electrical double layer theory and water structuring but it is still not possible to describe in sufficient detail what happens when-for example-a seawater/KCL fluid invades even well characterized reactive shale.

تئوریهایی از تراوش پیشنهاد شده و کوششهایی برای توصیف رفتار شیل از لحاظ تبادل یونی، تئوری الکتریکی مضاعف و ساختار آب انجام گرفته است اما هنوز امکان ندارد که با جزئیات کافی شرح داده شود که چه اتفاقی روی میدهد وقتی برای مثال یک سیال آب دریا و حاوی پتاسیم کلرید حتی در یک شیل فعال که به خوبی توصیف شده است نفوذ میکند.

An understanding of how the composition of the filtrate changes as it moves in plug flow through the shale will allow better design of the mud chemistry and provide an improved understanding of how mud chemistry impacts mechanical wellbore stability.

درک اینکه چگونه ترکیب صاف آب همچنانکه بصورت (plug flow) در درون شیل حرکت می کند تغییر مییابد، اجازه طراحی بهتری از شیمی سیال حفاری را میدهد و یک درک تایید شده از اینکه چگونه شیمی سیال حفاری بر استحکام مکانیکی حفزه چاه اثر میکند، ارائه میدهد.

H.2.0 Linking Chemical & Mechanical Behaviour

2.0 پیوند دادن رفتار شیمیایی و مکانیکی

Traditionally the chemical reactions between muds and shales have formed a separate research topic to mechanical wellbore stability, even though it is appreciated that most chemical interactions result in changes in the mechanical properties of the rocks which in turn lead to failure.

بطور سنتی واکنشهای شیمیایی بین سیالات حفاری و شیلها یک عنوان تحقیقاتی مجزایی برای استحکام مکانیکی حفزه چاه، شکل داده است. هر چند که بیشتر تاثیرات متقابل مواد شیمیایی که منتج به تغییراتی در خواص مکانیکی صخره ها میشود و در نهایت باعث خرابی آن میگردد، ارزشمند است.

The importance of combining these disciplines has been recognized by several R&D groups and the use of equipment which can work under simulated down hole conditions and/or follow both chemical and mechanical changes is increasing. Provided realistic shale samples are used in this work and the results are tied closely to field observations, this work should contribute significantly to practical shale control.

اهمیت ترکیب کردن این قوانین توسط چندین گروه تحقیق و توسعه و استفاده از وسیله ای که می تواند در وضعیت های مشابه ته چاه کار کند و/یا تعقیب هر دو موضوع یعنی هم تغییرات شیمیایی و هم مکانیکی که در حال افزایش میباشد، شناسایی گردیده است. نمونه های مناسبی که از شیل فراهم شده در این عمل استفاده شده و نتایج آن به مشاهدات میدانی بصورت فشرده ای گره زده شده اند، این عمل باید بصورت برجسته در فعالیت کنترل شیل شرکت داده شود.

H.3.0 Glycols کولی ها

The use of glycols in WBM has given a class of inhibitive muds which is flexible, cost-effective and which significantly out-performs the established mud types; **although glycol muds still do not give the same level of wellbore stability as OBM.** The mechanism(s) by which glycols inhibit shales is not yet fully understood and it may be that, by understanding how they work, further improvements in performance can be made. An additional area of work is the development of a simple, accurate field test for glycols which will allow concentrations to be optimized.

استفاده از گلیکول در سیالات حفاری پایه آبی کلاسی از سیالات حفاری بازدارنده (inhibitive) را که انعطاف پذیر و با قیمت مناسب است را ارایه میدهد که آنها مشخصا نمایشی فراتر از انواع سیالات حفاری تثبیت شده دارند، گرچه سیالات حفاری گلیکولی هنوز مقدار استحکام مشابهی را مانند سیال حفاری پایه روغنی به حفزه چاه نمیدهند. مکانیسم هایی که گلیکولها توسط آنها شیلها را مهار (inhibit) میکنند تا کنون کاملا درک نشده اند و ممکن است که با درک چگونگی عمل آنها، بهبودی های بیشتری در اجرا میتواند انجام گیرد. یک عرصه اضافی از کار توسعه دادن یک نمونه، آزمایش دقیق میدانی برای گلیکول ها که اجازه می دهد که غلظت ها بهینه سازی شوند، میباشند.

اچ 4.0 شیل های ترد H.4.0 Brittle Shales

Our understanding of young shales such as the North Sea and Gulf of Mexico Tertiary formations is now reasonable but problems in brittle shales - which commonly show time delayed failure - are much less well understood. Brittle shales are typical of deep buried or tectonically stressed formations. The failure mechanisms in brittle shales could involve the slow build-up of stress due to formation overpressure, filtrate invasion, the pre-existence of micro fractures (see below) and/or the generation of fractures during drilling. An understanding of the possible failure routes will enable the appropriate mud and drilling responses to be adopted.

درک ما از شیل های جوان مانند دریای شمال و سازند های تریتری (Tertiary) خلیج مکزیک اکنون مدلل میباید ولی مشکلات در شیل های شکننده (که معمولاً شکستگی با گذشت زمان صورت می پذیرد را نشان می دهند) بسیار کمتر درک شده اند. شیل های شکننده نمونه ی تدفین شده در عمق یا سازند های فشرده شده زمین شناختی می باشند. مکانیسم های شکست در شیل های ترد میتواند مستلزم افزایش آرام تنش بعلت سازند تحت فشار اضافی، نفوذ صاف آب، شکستگی های ریز از قبل موجود (به پایین مراجعه کنید) و یا تولید شکافهای جدید در زمان حفاری باشد. درک از چگونگی راه های شکست (failure) ما را قادر خواهد کرد که سیال حفاری صحیحی را برنامه ریزی کرده و واکنش های حفاری مربوطه را پذیرا باشیم.

اچ 5.0 شیل های ترک دار H.5.0 Fractured Shales

Hard and stressed shales can fracture during, or shortly after, drilling when the rock stresses rearrange themselves. It may also be that, particularly in areas of past or present tectonic activity, shales can contain pre-existing natural fractures. Even if these shales are not in themselves reactive, the fractures can become invading mud and the wellbore can fail. The problem is made worse if the shale is also reactive. If the origins, sizes and orientations of the fractures are understood then muds can be designed to minimize instability. In many of these shales it is likely that chemical inhibition is less important than good fluid loss control, the use of appropriately sized solid additives, the correct mud weight and the use of a fluid which does not lubricate the fractures.

شیل های سخت و فشرده میتوانند در زمان حفاری و یا کمی بعد از آن و در زمانیکه تنشهای صخره خودشان را آرایش جدیدی میدهند شکاف بر دارند. آن همچنین ممکن است که، خصوصاً در مناطقی از فعالیت زمین شناختی (tectonic activity) گذشته و یا حال، شیل ها می توانند دارای ترک های طبیعی قبلی نیز باشند. حتی اگر این شیل ها در خودشان واکنشی نباشد، ترک ها می توانند با سیال حفاری هجوم برنده، خیس گردیده و باعث شکسته گشتن حفره چاه شود. همچنین، مشکل اگر شیل از نوع واکنشی باشد، حادثتر میشود. اگر منابع، اندازه ها و جهت های شکستگیها درک شده باشند بعد از آن برای محدود کردن ناپایداری، سیال حفاری میتواند بخوبی طراحی گردد. در بیشتر این شیل ها محتمل است که بازدارندگی شیمیایی (chemical inhibition) کم اهمیت تر از کنترل کردن هرزروی صافاب میباشد، استفاده از افزودنی های جامدی که بطور دقیق اندازه بندی شده اند، استفاده از سیال حفاری با وزن دقیق و استفاده از سیالی که شکاف ها را لغزنده نمی کند، پیش نهاد می گردد.

اچ 6.0 کنترل هرزروی صاف آب در شیل ها H.6.0 Fluid Loss Control in Shales

These guidelines have emphasized several times that shale/WBM reactions start with invasion of filtrate into the formation but, because of the very small pore diameters and low permeability of typical shale, conventional fluid loss additives have little effect. If total fluid loss control could be achieved by WBM in shales, many of the current drilling problems would be eliminated or at least reduced. There are several ways in which fluid loss control might be achieved:

این خطوط راهنما چندین بار تاکید داشته اند که واکنشهای شیل در سیال حفاری پایه آبی با هجوم صافاب به درون سازند شروع می گردد اما، بعلت قطر های خیلی کوچک منفذ و نفوذ پذیری پایین نمونه شیل، کنترل کننده های معمولی هرزروی صافاب تاثیر کمی دارند. اگر کنترل کامل ضایعات مایع هنگام استفاده از سیال حفاری پایه آبی در شیل ها بتواند حاصل شود، بیشتر مشکلات حالیه حفاری می توانند محدود شوند و یا حداقل کاهش یابند. در اینجا روشهایی که با آنها کنترل هرزروی صافاب ممکن است حاصل گردد وجود دارد:

• غشای نیمه تراوا: Semi-permeable membrane

Laboratory experiments have shown that a semi-permeable membrane exists on shale surfaces in OBM but not in WBM. The existence of this membrane allows true osmotic behavior and hence water migration can be stopped simply by using the correct mud filtrate salinity. It may be possible to identify surfactants or other active species which allow a similar membrane to be developed in WBM. There is some (BP) laboratory evidence which suggests osmosis may occur in phosphate and silicate water based mud systems.

تجربیات آزمایشگاهی نشان داده است که یک غشای نیمه تراوا (semi-permeable) در سطوح شیل در سیالات حفاری پایه روغنی و اما نه در پایه آبی وجود دارد. وجود این غشاء اجازه ی رفتار حقیقی تراوشی (osmotic) را می دهد و از این رو مهاجرت آب بسادگی میتواند با استفاده از صافاب نمکی صحیح سیال حفاری متوقف گردد. امکان دارد که مواد فعال سطحی (surfactants) یا دیگر نمونه های فعالی را که اجازه میدهند که غشایی مشابه در سیال حفاری پایه آبی توسعه داده شود، شناسایی کرد. در اینجا سند آزمایشگاهی (BP) که پیشنهاد می دهد که تراوش ممکن است در سیستم های سیال حفاری پایه آبی فسفاتی یا سیلیکاتی رخ دهد، وجود دارد.

• سیالهای غیر تر کننده: Non-wetting fluids

The oil phase in OBM does not spontaneously wet shale pores and so cannot penetrate the shale, even at high mud overbalance. It may be possible to modify the wettability of shales with surfactants such that water or other fluids (such as glycol) are prevented from entering the pores.

فاز روغن در سیالات حفاری پایه روغنی (OBM) به خودی خود منافذ شیل را خیس نمی کند و بنابراین نمی تواند در شیل، حتی در سیالات حفاری بسیار نامتعادل (high mud overbalance) نفوذ کنند. شاید امکان داشته باشد که توانایی خیس شونگی شیل ها با مواد فعال در سطح (surfactants) را ترمیم کرد طوری که از ورود آب یا سیالات دیگر (مانند گلیکول) به منافذ را جلوگیری کند.

• سیمان کاری سازند: Cementing the formation

Shale surfaces are chemically reactive and can initiate polymerization reactions in some organic and inorganic species (for example, styrenes, acrylates, phosphates and silicates). The ability of anions such as phosphate to undergo reaction at the wellbore wall and markedly improve wellbore stability was demonstrated in recent BP field trials with pyrophosphate (TKPP) mud additives. Cuttings accretion problems in these trials detracted markedly from their success but if these reactions can be controlled, a practical mud system could be produced with OBM levels of inhibition.

سطوح شیل از لحاظ شیمیایی فعالند و می توانند واکنش های پالیمراسیون (polymerization) در بعضی از نمونه های مواد عالی و غیر عالی مانند (styrenes, acrylates, phosphates and silicates) آغاز کنند. توانایی آنیونهایی مانند فسفات برای تحمل واکنش در دیواره حفره چاه و مخصوصاً ترمیم استحکام حفره چاه در آزمایشهای میدانی اخیر BP با افزودنی های پیروفسفاتی pyrophosphate (TKPP) سیال حفاری اجرا شده است. افزایش مشکلات کنده ها در این آزمایش ها مشخصاً از موفقیت آنها کاسته است اما اگر این واکنشها بتوانند کنترل شوند یک سیستم سیال حفاری سودمند با سطوح بازدارندگی (inhibition) سیال حفار پایه روغنی، می تواند تولید شود.

• امولسیون ها: Emulsions.

Deformable droplets with diameters similar to shale pore diameters (such as micro emulsions or modified latex) may provide good fluid loss control by a pore plugging mechanism analogous to starch in more permeable formations.

قطرات فرم پذیر با قطرهایی همانند قطرهای منفذ شیل (مانند میکرو امولسیفرها یا لاتکس های ترمیم شده) ممکن است کنترل هرزروی صافاب مناسبی را با مکانیسم مسدود کردن منفذ قابل قیاس با نشاسته در بیشتر سازند های نفوذ پذیر فراهم گرداند.

H.7.0 Mud and Shale Monitoring at the Rig site

چ 7.0 نظارت کردن بر سیال حفاری و شیل در محل دکل حفاری

The emphasis with most WBM development is to improve the chemical performance of the inhibitive mud. A complimentary approach is to ensure that mud properties, hole condition and drilling performance are properly monitored and controlled in real time. Several companies are investigating this approach and the successful application of this technology should reduce wellbore problems, thereby reducing mud costs, reducing mud volumes and improving drilling performance.

امروزه تکیه بر توسعه بیشتر سیالات حفاری پایه آبی جهت ترمیم عملکرد شیمیایی سیال بازدارنده (inhibitive) میباشد. یک دست آورد ستایش آمیز اطمینان از این است که از خواص سیال حفاری، وضعیت چاه و عمل کرد حفاری به درستی مراقبت و در زمان صحیح کنترل شده باشد. شرکت های فراوانی این دست آورد را جستجو میکنند و در خواست موفق این فن آوری باید مشکلات حفره چاه را کاهش دهد، و بدین وسیله هزینه ها، و حجم های سیال حفاری را کاهش داده و اجرای حفاری را ترمیم می بخشد.

Section I: References

بخش آی: منابع

This booklet which is intended to serve as a guide to drilling fluids technology, has gathered from several reliable sources, and translated.

این کتابچه که برای راهنمایی فنی سیالات حفاری در نظر گرفته شده است، از منابع مختلف قابل اعتمادی جمع آوری، تنظیم، و ترجمه گردیده است.

REFERENCES (for Sections "C,D,E,F,G,H)

1. F.K. Mody and A.H. Hale; SPE/IADC 25728, Amsterdam, February 1993
2. T.C. Mondshine; Oil and Gas Journal, July 1969, pp 70-75
3. I.J. Evans and P.I. Reid; BP Research Report RBD/27/92, 1992
4. J. Kelley Jnr; Oil and Gas Journal, June 1968, pp 67-70
5. D.E. O'Brien and M.E. Chenevert; Journal of Petroleum Technology, September 1973, pp 1089-1100
6. L.W. Ledgerwood III and D.P. Salisbury; SPE 22578, Dallas, October 1991
7. M.R. McLean, M.A. Addis and J.D.M. Robers; Wellbore Stability Guidelines: A 20 Point Summary Of Good Practice, BP Research Internal Publication, 1992
8. M.S. Aston; BP File Note DCB 160/04, February 1992.
9. T. Ballard, S. Beare and T. Lawless; SPE 24974, Europec, Cannes, November 1992
10. G.M. Bol, S-W. Wong, C.J. Davidson and D.C. Woodland; SPE 24975, Europec, Cannes, November 1992
11. H. van Olphen; An Introduction to Clay Colloid Chemistry, 2nd Edition, 1977, p23 (pub. Wiley-Interscience)
12. S.L. Schwartzen-Allen and E. Matijevic; Surface and Colloid Chemistry of Clays, Chemical Reviews, Vol.74, No.3, 1974, pp 385-400
13. S.B. Hendricks and M.E. Jefferson; American Mineralogist, Vol 23. 1938, pp 863-875
14. R.C. MacKenzie; Clay Mineral Bulletin (Min. Soc. of Great Britain), No4, 1950, pp 115- 120
15. P.F. Low; Proc. Int. Clay Conf., Denver, 1985 (published by The Clay Minerals Soc, 1987)
16. R.M. Pashley et al; Journal of Colloid and Interface Science, Volume 101, 1984, p511
17. J.J. Sheu and A.C. Perricone; SPE 18033, Houston, October 1988, pp 163-173
18. B. Siffert and P. Espinasse; Clays and Clay Minerals, Volume 28, 1980, pp 381387
19. M.S. Aston and P.I. Reid; BP Research Report DCB/35/91, 1991
20. R.P. Steiger; Journal of Petroleum Technology, 1982, p 1661
21. M.S. Aston and P.I. Reid; BP Report DCB/36/91, 1991
22. Baroid Corporation; UK Patent Applications 891789.5, August 1989
23. Y. Luo and P.A. Bern; Hole Cleaning In Deviated Wells, BP Internal Publication, 1992
24. Schlumberger