Archive of SID

تکنولوژی حفاری MPD(MANAGED PRESSUR DRILLING)

حمید تقوی نژاد[1] ، عباس هاشمی زاده[2]

دانشجوی کارشناسی مهندسی بهره برداری نفت از دانشگاه حکیم سبزواری

hamidtaghavinejad@yahoo.com

چکیده :

امروزه با توجه به مشکلات موجود در روشهای مختلف حفاری و به صرفه نبودن برخی از این روش های حفاری به خصوص در مناطق دریایی، پژوهشگران در پی روش های جدیدی هستند که این مشکلات در آن رفع شده باشد ، همچنین با توجه به کشف مخازن هیدرات در کشور لزوم تحقیق و پژوهش در مورد روش های مفید و به صرفه برای حفاری در این مخازن دو چندان شده است .آمارهای اعلام شده از سوی شرکت ها نشان می دهد که ۷۰٪ منابع هیدروکربنی دریایی توسط رروش های معمول حفاری قابل دست یابی نمی باشد.یکی از روش های جدید و کارآمد در صنعت حفاری تکنولوژی مدیریت فشار حفاری MPD می باشد که یک تکنولوژی بسیار مفید برای حفاری و بهره برداری از مخازن هیدراتی می باشد . هدف اولیه ی این مقاله نشان دادن تکنولوژی مدیریت فشار حفاری MPDبه عنوان یک روش منحصر به فرد برای یک حفاری با صرفه اقتصادی و موفق می باشد.

واژه های کلیدی : MPD ، مخازن هیدرات ، حفاری در دریا، کنترل فشار، صرفه اقتصادی

---

[1] دانشجوی کارشناسی مهندسی بهره برداری نفت از دانشگاه حکیم سبزواری

[2] عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی نفت دانشگاه حکیم سبزواری

www.SID.ir

Archive of SID

۱.مقدمه :

MPDدر دو دهه گذشته ، تمرینات صورت گرفته در خشکی را با موفقیت خوبی پشت سر گذاشته است.این مقاله یک تلاش است برای تعریف MPDکه یک تکنولوژی مناسب و منحصر به فرد برای حفاری هیدرات متان در مناطق دریایی می باشد.MPDنباید صرفا یک تکنولوژی جدید و با استفاده از ابزار جدید و مفید در صنعت دانست اما همچنین این یک واقعیت آشکار است که آن از دانش و ابزار موجود که قبلا کشف و چندین بار استفاده شده اند ، بهره میگیرد.MPDیک تکنولوژی برای برطرف کردن مسائل و موانع مربوط به حفاری مرسوم می باشد و همچنینیک فرایند حفاری تطبیقی است که برای کنترل بیشتر و دقیق تر پروفایل فشار فضای حلقوی مورد استفاده قرار می گیرد و هدف آن تعمیم فشار ته چاه و مدیریت فشار هیدرولیکی فضای حلقوی می باشد.

علاوه بر تعریفIADC(International Association of Drilling Contractors) برای مدیریت فشار حفاری ،MPD یک توانایی در جلوگیری از افزایش زود هنگام دما در فضای حلقوی نیز می باشد.

از جمله مزایای استفاده از روش MPD ، موارد زیر می باشد :

- کاهش زمان حفاری غیرمولد
- بهبود و پیشرفت در کنترل چاه
- مدیریت دقیق تر فشار دیواره چاه
- افزایش نرخ نفوذ
- کم کردن هرزروی گل و خسارات خرده های حفاری برای بهره وری
- تغییرات کمتر دانسیته گل برای رسیدن به عمق مورد نظر
- افزایش دارایی های قابل بازیابی

۲. احتیاج به کنترل فشار حفاری MPD

این موضوع مهم و تقریبا حیاتی است که MPD بطور گسترده و راحت در بازارهای دریایی مورد استفاده قرار بگیرد. دانشمندان معتقدند که این تکنولوژی می تواند منجر به در دسترس قرارگرفتن اکثر منابع دریایی شود . برخی از صنایع حرفه ای آمار خوبی را در مورد این روش بیان می کنند ازجمله اینکه ۷۰٪ منابع هیدروکربونی دریایی در حال حاضر توسط روش های حفاری معمول و مرسوم بطور اقتصادی و با صرفه قابل حفاری نمی باشند .با این تکنیک ها و تجهیزات که در ادامه معرفی می شوند بیشتر و بیشتر میتوان منابع دریایی را در یک حالت اقتصادی قابل دست یابی کرد .

دانشمندان برجسته معتقدند که با استفاده از روش ها و تجهیزات مرسوم حفاری ، نمی توان یک حفاری اقتصادی در منابع هیدروکربونی و هیدرات های گازی درمناطق دریایی داشت [۶]. هر چه عمق منطقه دریایی بیشتر شود ، درصد غیر قابل

www.SID.ir

Archive of SID

حفاری بودن مخزن بیشتر می شود . موانع مربوط به حفاری برای رسیدن به سود و صرفه اقتصادی بیشتر شامل موارد زیر است :

- هرزروی گل حفاری
- گیر لوله ی تفاضلی
- پایین بودن نرخ نفوذ
- اختلاف فشار محدود بین منافذ و شکستگی ها و همچنین نیاز بیش از اندازه به برنامه های لوله جداری و تقاضای بیشترو پرهزینه تر برای خرید کشتی حفاری
- خطرات زمین شناسی گودال بالای چاه در هنگام حفاری بالای چاه
- شکست در رسیدن به عمق مورد نظر در چاه های عمیق
- زمان حرکت گل حاوی گاز تا بیرون چاه ، فوران چاه و غیره .

دانشمندان[۷] با توجه به کم شدن بازدهی ناشی از کوچک شدن قطر لوله جداری در اعماق ، تاکید کردند که هزینه های حفاری در نتیجه ی طولانی شدن مدت زمان حفاری و همچنین قیمت بالای لوله جداری و تجهیزات ، افزایش خواهد یافت . با توجه به نیاز به تعداد بیشتری محافظ برای لوله جداری میانی در چاه ، اندازه ی لوله جداری تولیدی در طراحی های مرسوم چاه با یک اختلاف محدود بین منافذ و شکستگی ها ، خیلی کوچک می شود . میزان تولید کمتر در نتیجه کوچک شدن اندازه لوله جاری تولیدی در سرمایه های بالا ممکن است غیر اقتصادی و یک عامل هزینه زا باشد .

فشار بالای گردش گل ، مشکل در گشتاور انتقالی مته حفاری ، وجود پتانسیل بالقوه گیر رشته حفاری از جمله محدودیت های فنی و عملیاتی می باشد، به این دلایل است که حفاری در چاه ها با قطر کم دشوار می باشد . علاوه بر این عملیات هایی مانند نمودارگیری با سسیم فلزی ، حرکت و سیمان کاری لوله جداری و حرکت تجهیزات تکمیل چاه با مشکل مواجه می شوند .

۳.تکنولوژی مدیریت فشار حفاری MPD

نکات فنی که موسسات مختلف برایMPDبیان کرده اند شامل موارد زیر می باشد :

a) MPD شامل مجموعه ای از ابزار و تکنیک ها است که میتواند با مدیریت فعالانه ی پروفایل فشار دیواره ی چاه باعث کاهش خطرات و هزینه های مرتبط با حفاری شود.

b) MPD ممکن است تکنیک هایی مربوط به کنترل مواردی از جمله فشار پس زنی چاه ، چگالی سیال ، رئولوژی سیال ، سطح سیال فضای حلقوی ، اصطکاک گردش گل و هندسه چاه باشد.

c) MPDاجازه ی اصلاح فعال و سریعتر را در هنگام برخورد با تغییرات فشار مشاهده شده را می دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

d) تکنیک های MPDهمچنین برای جلوگیری از ریزش دیواره ی چاه نیز استفاده می شود ، در این روش هر جریان اتفاقی در عملیات بهره برداری با استفاده از روش مناسب و ایمن محاط می شود .[۱،۲]

۴.دسته بندی MPD

MPD به دو دسته ی کلی تقسیم می شود:

۱،۴.واکنشی : این طراحی برای حفاری های مرسوم می باشد و تجهیزات روی دکل برای عکس العمل نسبت به تغییرات ناگهانی فشار نصب می شود .

۲،۴. فعال : در این طراحی تجهیزات روی دکل نصب می شوند تا بطور فعال نسبت به تغییرات فشار عکس العمل نشان دهد .

گزینه واکنشی برای سالها در مشکلات بالقوه ی چاه اجرا می شد ولی تا همین چندسال اخیر تعداد کمی از برنامه های روش فعال دیده می شود .MPDفعال بیشترین سود را در برنامه های حفاری در خشکی و دریا ارائه می دهد و همچنین در بیشتر برنامه های کاربردی حفاری دریایی از این روش استفاده می شود.از اهمیت آن این است که درصد استفاده از روش فعال به جای روش واکنشی در حال توسعه می باشد . این انتقال نیازمند این است که چاه بطور کامل از پیش برنامه ریزی شود.[MPD۳] فعال از تکنیک های مدیریت فشار چاه یا تجهیزات برای کنترل فعالانه پروفایل فشار در دیواره ی چاه استفاده می کند. [۴]

در این روش از طیف گسترده ای از وسایل در دسترس برای موارد زیر استفاده می شود .

- کنترل بهتر قراردادن یک رشته ی لوله جداری .
- کنترل بهتر دانسیته ی گل مورد نیاز و همچنین هزینه های گل حفاری .
- ارائه کنترل بهتر فشار برای هشدارهای ازپیش تعیین شده در مورد حوادث بالقوه کنترل چاه .

همه این مشکلات منجربه کم شدن زمان مولد و مؤثر و همچنین بیشتر شدن زمان حفاری می شود .

به طور خلاصه MPD فعال یک راه کار برای چالش های زیرمی باشد.

- چالش های عملیاتی چاه
- چالش های مالی و اقتصادی چاه
- چالش ها در چاه های غیر قابل حفاری

www.SID.ir

Archive of SID

۵. تکنیک های MPD

چهار تغییر کلیدی در روش MPDوجود دارد که هر کدام به زمینه ای از خطرات حفاری منسوب شده است که درآن قابل اجرا بودنش اثبات شده است . گاهی اوقات ترکیب تغییرات با همان چشم اندازچالش ها تست می شود . انتظار می رود که ترکیب چندین تغییر ، به عنوان یک تکنیک ،بیشتر در ذهن مسئولان حفاری تکرار شود[۸] .

چهار تغییر کلیدی MPD و زیرمجموعه هایشان مطابق با زمینه های کاربردی و نقاط قوت مختلف در ادامه لیست شده اند .

۱,۵. ثبات فشار ته چاه CBHP(Constant Bottom Hole Pressure)

۱,۱,۵.روش مدیریت اصطکاک

۲,۱,۵.روش گردش گل پیوسته

۲,۵.حفاری کلاهک گلی MCD(Mud Cap Drilling)

۱,۲,۵.حفاری کلاهک گلی تحت فشار PMCD(Pressurized Mud Cap Drilling)

۲,۲,۵.حفاری کلاهک گلی شناورFMCD(Floating Mud Cap Drilling)

۳,۲,۵.حفاری کلاهک گی تحت کنترل CMCD(Controlled Mud Cap Drilling)

۳,۵.حفاری شیب دوگانهDGD(Dual Gradient Drilling)

۱,۳,۵.روش تزریق فضای حلقوی

۲,۳,۵.حفاری شیب دوگانه رایزر کوچک

۴,۵.کنترل جریان برگشتی RFC(Return Flow Control)یا روش HSE(Health, Safety and Environment)

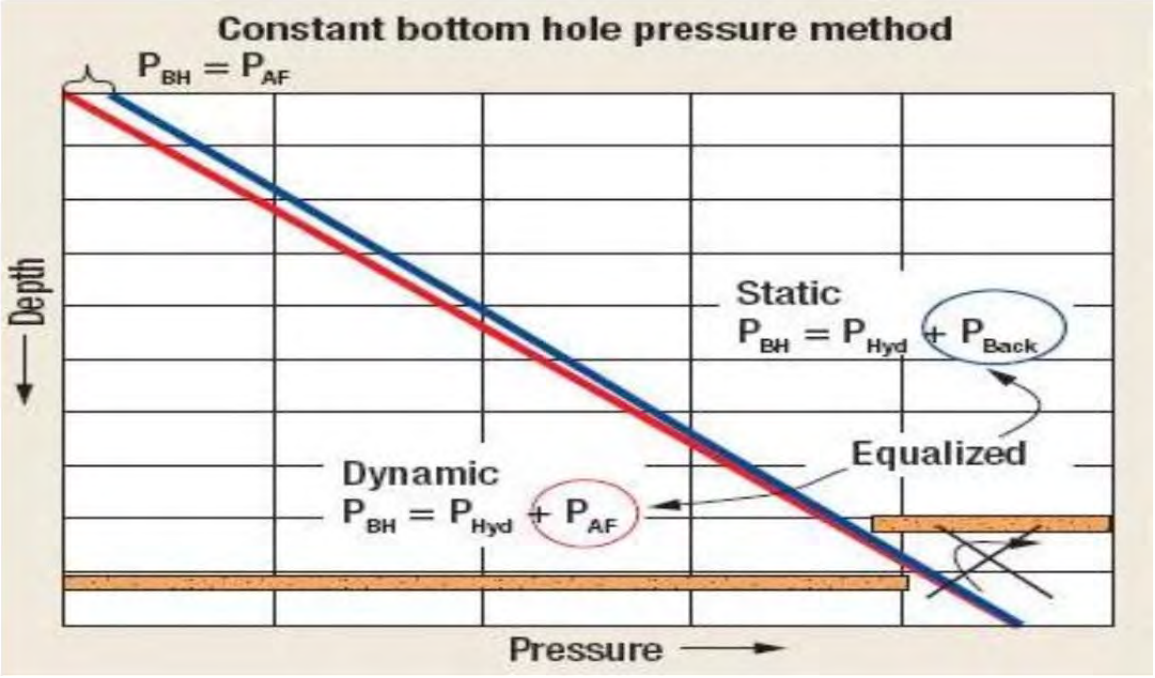
اگرچه تعداد زیادی از ترکیبات ضروری وجود دارد ، انتظار می رود هر یکی از آنها که در لیست است در آینده ای نزدیک همراه با آنهایی که معمولا استفاده می شود ، مورد استفاده قرار بگیرد .

www.SID.ir

Archive of SID

۶.ثبات فشار ته چاه CBHP

CBHPیک اصطلاح است که بطور عمومی برای عملیات های صورت گرفته نظیر اصلاح یا کاهش تاثیریا معادل کردن دانسیته ی گل برای ماندن در محدوده ی مشخص شده توسط فشار منفذی و فشار شکستگی،استفاده می شود.

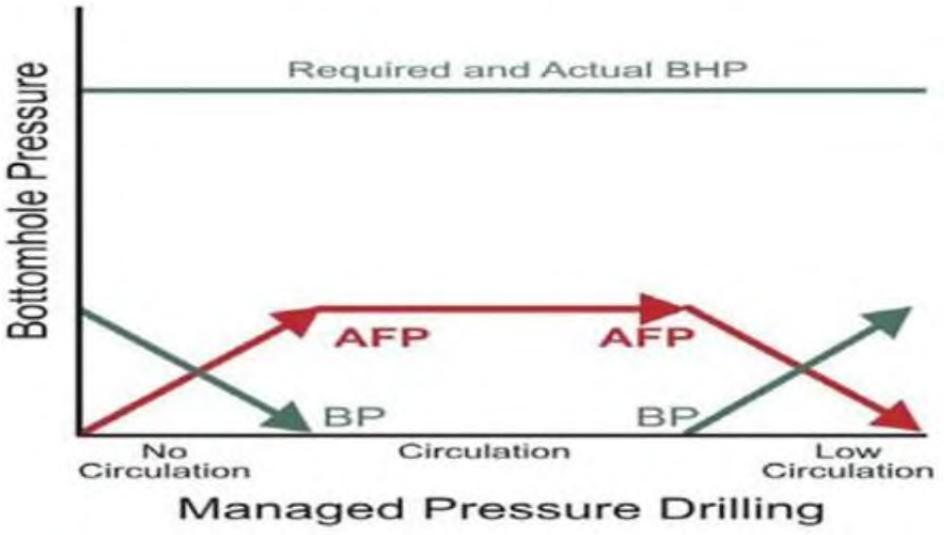


شکل۱: تغییر فشار در ته چاه در دو حالت مکانیک و استاتیک

هنگام پیش حفاری فشار فضای حلقوی در نزدیک سطح صفر است . در هنگام حبس کردن برای انتقال و فرو بردن اتصالات لوله در چاه نیازمند چند صد(PSI)فشار عکس هستیم .استفاده از فشار عکس این را نشان دهندهی این است که صنعت می تواند از یک گل با تراکم کمتر استفاده کند .

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۲: نحوه جبران دانسیته معادل گل یا اصطکاک از دست رفته ی فضای حلقوی

به صورت تئوری، جبران مقدار اصطکاک از دست رفته ی فضای حلقوی با همان مقدار فشار عکس در هنگام توقف گردش گل که اجازه کنترل فشار ته چاه را می دهد ، امکان پذیر می باشد . با وجود این واقعیت که هدف واقعی از فشار ته چاه ، کنترل بیشتر ناهنجاری های فشار در نزدیکی دیواره چاه می باشد و همانطور که از اسمش پیداست وظیفه کنترل فشار ته چاه را به عهده دارد .MPDبدون کم کردن بازده باعث جانشینی فشار اعمالی وزن گل استاتیک بوسیله ی فشار اصطکاکی دینامیکی می شود تا چاه تحت کنترل بماند. هدف آغاز این روش باقی ماندن فشار دیواره چاه بین دو مقدار فشار منافذ از بیشترین فشار سازند و فشار شکستگی از ضعیف ترین فشار سازند می باشد. این معمولا با حفاری بوسیله یک گل با وزن کمتر از آنچه برای تعادل فشار منافذ نیاز است صورت می گیرد . با این اختلاف بوجود آمده ، از اصطکاک دینامیک در حین گردش گل استفاده می شود .

برای اطمینان از اینکه هر هجوم در اوایلش به خوبی شناسایی می شود ، یک جریان سنج به عنوان قسمت جدایی ناپذیر از کاهنده چندتایی در عملیات های بحرانی CBHP، نصب می شود[۹] .

۷.حفاری شیب دوگانهDGD

حفاری شیب دو گانه ، یک اصطلاح عمومی برای تعدادی از روشهای مختلف کنترل کننده ی فشار فضای حلقوی بالای چاه از طریق مدیریت دانسیته گل ECD (Equivalent Circulating Density) در حفاری آبهای عمیق می باشد[۱۰] .DG(Dual Gradient)در برنامه های کاربردی اولیه ی دریایی در مناطقی که که آب سربار قابل توجهی را ایجاد کرده بود ، بصورت موفقیت آمیزی مورد استفاده قرار گرفت. بدیل ضعیف بودن استحکام سازند ، برنامه های کاربردی مرسوم حفاری در آبهای عمیق معمولا برای جلوگیری از هرزروی شدید گل در حفاری اعماق اولیه ی با استفاده از سیال حفاری با دانسیته ثابت

www.SID.ir

Archive of SID

، نیازمندرشته های لوله جداری چندگانه می باشد . به منظور کاهش اثر سربار آب های عمیق ، سیستم حفاری باید بوسیله ی کاهش دانسیته ی گل در قسمت های بالایی رایزر یا با پر کردن رایزر بوسیله ی آب دریا یا تقسیم کردن سیستم به دو قسمت در کف دریا ، متعادل شود . هدف از تغییرات شیب دوگانه تقلید کردن سربار آب شور با یک سیال با دانسیته کمتر است . از طریق تزریق واسطه های کم چگال تر از جمله گاز بی اثر ، گلوله های پلاستیکی ، مهره های شیشه ای درون سیال حفاری در داخل رایزر دریایی می توان فشار ته چاه را تنظیم کرد . روش دیگر این است که رایزر دریایی را در هنگام انحراف و پمپاژ گل و خرده ها از کف و بستر دریا به سطح با آب نمک پر کنند . در این روش باید رایزر حفاری با آب دریا پر شود تا از مچالیدگی جلوگیری شود. بخصوص درآبهای عمیق که فشار شکستگی یکی از محدودیت ها می باشد، با تغییر سیستم از معمولی به شیب دوگانه ، خطرات شکستگی در لایه های ضعیف بطور پویا کاهش پیدا می کند . این شکل از MPDمی تواند همراه یا بدون وسایل کنترلی چرخشی کف دریا ، تمرین شود . اگرچه وسایل کنترلی چرخشی پیشرفته ای مخصوص بستر دریا وجود دارد . در مورد تزریق گاز درون رایزر باید از RCD(Rotating Control Device) سطحی استفاده کرد .

۸.کنترل جریان برگشتیRFC یا روش HSE

به دلیل اینکه ما برای عکس العمل موثر و ایمن در برابر اتفاقات غیر منتظره ته چاه باید ابزار را بالا بکشیم ، RFC می تواند به عنوان یک بخش حیاتی از تعریف MPD در نظر گرفته شود البته علی رغم اینکه این روش توانایی کنترل هر فشاری از فضای حلقوی را ندارد. ما همچنین یک انحراف مثبت در خط برگشتی فضای حلقوی به سمت دور از سطح دکل برای جلوگیری از انتشار گازهای همراه مواد برگشتی در سطح دکل از جمله H_2S ، بوجود می آوریم . اگر هر هجوم گاز یا به سطح آمدن و پخش شدن در سطح دکل در هنگام حفاری رخ دهد خط جریان غربال لرزان گل را قطع کرده و جریان بلافاصله به چند راهه کاهنده دکل هدایت می شود ، تا این هجوم گاز بصورت ایمن کنترل شود و از چاه خارج گردد . استفاده از RCD باعث ایجاد عدم نیاز به حداقل پتانسیل برای بستن BOP(Blow Out Preventer) درانتشار هیدروکربن ها در سطح دکل شده و اجازه حرکت لوله ها را هنگام گردش گل به سمت خارج را می دهد .

برای عملیات RFCدو شیر هیدرولیکی ، یک خط جریان معمولی به غربال و یک خط جریان به چند راهه ی کاهنده دکل نصب می شود . این تجهیزات این امکان را می دهند تا هر هجوم و فورانی بوسیله چند راهه کاهنده تحت کنترل قرار گیرد و طی یک عملیات عادی ، خط جریان معمولی برای گردش گل استفاده استفاده شود . شیرهای هیدرولیکی اجازه می دهند که جریان برگشتی به سمت چند راهه کاهنده یا الک لرزان هدایت شود .

۹.کنترل فشار حفاری MPDبرای هیدرات متان

بیشتر منابع انرژی هیدروکربنی در جهان به شکل هیدرات های گازی میباشد.این پدیده های طبیعی یکسری کریستال های منجمد و یخ زده ای هستند که از ملکول آب تشکیل شده است و به شکل قفسه هایی به هم وصل شده اند و در میان اینها ملکول های به دام افتاده ی متان قرار دارد.اگر یک در صد از هیدرات های موجود در خلیج مکزیک از لحاظ اقتصادی

www.SID.ir

Archive of SID

قابلیت حفاری و تولید را میداشت ایالات متحده برای تامین نفت و گاز پیش بینی شده برای کشورش دیگر نیازی به واردات سوخت نداشت.بیشتر بحث ها و آموزش ها برای مشخص کردن میزان صرفه اقتصادی و همچنین مکان و عمق و ضخامت منبع هیدرات صورت میگیرد.

در مورد تکنولوژی های موجوی که به نظر میرسد یک پتانسیل منحصر به فرد برای انجام یک حفاری ایمن و موثر و همچنین یک تولید به صرفه اقتصادی می باشد بسیار کم نوشته شده است . به دلیل اینکه هیدرات گازی به محض کاهش فشار یا افزایش دما سریع گاز آزاد و ترکیبات وابسته به آن را تولید میکند باید از تفکیک نابهنگام گاز در کناره دیواره چاه و داخل فضای حلقوی برگشتی به سطح در طول عملیات حفاری جلو گیری شود.

۱,۹.چالش های مربوط به حفاری هیدرات متان :

چالش های مربوط به حفاری هیدرات متان شامل موارد زیر می باشد

۱,۱,۹.اختلاف محدود بین فشار منافذ سازند وفشار شکستگی ها در مخازن هیدرات متان موجود در رسوبات سطح اقیانوس .

۲,۱,۹.ناپایداری دیواره چاه

۳,۱,۹.فرونشست ناشی از برداشت از مخازن

۴,۱,۹.نیاز به مدیریت و کنترل فشار و دما در دیواره چاه در طول حفاری برای جلوگیری از تفکیک هیدرات در مخزن و گل حفاری و همچنین خرده های برگشتی به سطح .

۵,۱,۹.نیاز به جلوگیری از نوسانات فشار در چاه های باز (بدون لوله جداری) .

۶,۱,۹.التزام تعادل در نصب و راه اندازی آسترها، صفحات و دیگر روشهای تکمیل چاه .

چالش های حفاری که در بالا ذکر شده است ، نیاز به یک تکنولوژی مدیریت دقیق تر فشار دیواره ی مخزن که می تواند با استفاده از روش ها و تجهیزات متعارف بدست آید را نشان می دهد . بدلیل تفکیک گاز متان از ساختار مشبک مانند یخ زده در نزدیکی دیواره چاه یا در خط برگشتی گل و خرده های حفاری ، برای کنترل چاه نیازمند تجهیزات جدسازی در سر چاه هستیم .

۱۰.ابزار کلیدی برای MPD

ابزار کلیدی مورد استفاده در بیشتر روش های MPD شامل موارد زیر می باشند :

www.SID.ir

Archive of SID

۱,۱۰.وسایل کنترلی چرخشی روی دکل های شناور

- ✓ رایزر خارجی RCD
- ✓ RCD در زیر سطح دریا
- ✓ رایزر داخلی RCDIRRCH(Internal Riser Rotating Control Head)

۲,۱۰.وسایل کنترلی چرخشی روی دکل های ثابت

- ✓ مبدل های منحرف کننده ی دریایی
- ✓ IRRCH در منحرف کننده های دریایی

۳,۱۰.شیر یک طرفه

۴,۱۰.انواع کاهنده

- ✓ دستی
- ✓ نیمه اتوماتیک
- ✓ تمام اتوماتیک (کنترل توسط کامپیوتر)

۱۱.نتیجه گیری :

- تکنولوژی حفاری MPD یک روش مناسب برای حفاری در مخازن دریایی بوده که در این مخازن روش های معمول حفاری با مشکل مواجه می شوند.

-این تکنولوژی یک روش بهینه و کارآمد برای حفاری مخازن هیدرات می باشد که حفاری در این مخازن نیازمند تکنولوژی پیچیده ای است.

-برای مخازنی که نیازمند کنترل فشار در دیواره چاه می باشند، این تکنولوژی می تواند مفید باشد.

- همانطور که در بالا ذکر شد این تکنولوژی بخش ها و تجهیزات مختلفی را شامل می شود که هر کدام از آن ها در مورد دسته ای از مشکلات حفاری کارآمد می باشند.

مراجع :

[1]Brainard, R.R., “A Process Used in Evaluation of ManagedPressure Drilling Candidates and Probabilistic Cost-BenefitAnalysis”, presented at the 2006 Offshore Technology Conferenceheld in Houston, Texas, U.S.A., 18375, 1–4 May 2006.
[2] Hannegan, D., Todd, R.J., Pritchard, D.M.,Jonasson, B.,“MPD-Uniquely Applicable to Methane Hydrate Drilling”, presentedat the SPE/IADC Underbalanced Technology Conference andExhibition held in Houston, Texas, U.S.A., 91560, 11-12 October2004.
[3] Aadnoy, B., Cooper, I., Misca S., Mitchell, R.F., Payne, M.L.,“Advanced Drilling and Well Technology”, SPE, 2009[4] Malloy, K.P., “Managed Pressure Drilling- What is itanyway?” Journal of World Oil, March 2007, 27-34

www.SID.ir

Archive of SID

[5] Ostroot, K., Shayegi, S., Lewis, D.,Lovorn, R., “Comparisonof Under-balanced and Managed-Pressure Drilling Techniques”,presentation at the 2007 AADE National Technical Conference andExhibition held in Houston, Texas, AADE-07-NTCE-39, 10-12April,2007.
[6] Hannegan, D., “Managed Pressure Drilling Fills a Key Void inthe Evolution of Offshore Drilling Technology”, presentation at theOffshore Technology Conference held in Houston Texas USA,16624, 3-6 May 2004
[7] Das, A.K., “Simulation Study Evaluating Alternative InitialResponses to Formation Fluid Influx During Managed PressureDrilling”, M.Sc. Thesis, NTNU, Department of PetroleumEngineering, May 2007
[8] Aadnoy, B., Cooper, I., Misca S., Mitchell, R.F., Payne, M.L.,“Advanced Drilling and Well Technology”, SPE, 2009.
[9] Nas, S., Torolde, J.S., Wuest, C., “Offshore ManagedPressure Drilling Experiences in Asia Pacific”, presented at theSPE/IADC Drilling Conference and Exhibition held in Amsterdam,The Netherlands, 119875, 17–19 March 2009
[10] Rehm, B., Schubert, J., Haghshenas, A., Paknejad, A.S.,Hughes, J., “Managed Pressure Drilling”, Gulf Drilling Series,Houston, Texas, 2008, 3,4,21-23,229-231,241-248.

www.SID.ir