

کاربرد دوربین‌های درون چاهی در صنعت بهره‌برداری و حفاری

امین میرحاصلی ایگدر^۱، حامد یزدان پناه، شرکت نفت مناطق مرکزی

چکیده

در صنعت نفت از ابزارهای ویژه‌ای جهت ثبت و بررسی مشکلات درون چاهی استفاده می‌نمایند. بررسی و رفع انواع مشکلات در چاه‌ها معمولاً نیازمند عملیات و تجهیزات خاص می‌باشد. به دلیل عدم امکان رویت فیزیکی، این عملیات اغلب بصورت سعی و خطا، بدون دقت کافی همراه با هزینه بالا انجام می‌گیرد. در این مقاله به استفاده از فناوری دوربین‌های درون چاهی در صنعت حفاری و بهره‌برداری پرداخته و مزایا و کاربرد آن بررسی می‌شود. همچنین به محدودیت‌های به کارگیری و مشکلات عملیاتی ناشی از آن اشاره می‌گردد. در ادامه، کاربرد آن در عملیات مانده‌یابی و در بررسی وضعیت رشته تکمیلی و دیواره چاه توضیح داده می‌شود. استفاده از این فناوری در عملیات نمودارگیری درمقایسه با نمودارهای مرسوم تولیدی بیان گردیده و در پایان، به استفاده از آن در عملیات سیمن کاری، اسیدکاری و مشبک کاری اشاره می‌شود.

اطلاعات مقاله

تاریخ ارسال نویسنده: ۹۷/۰۲/۱۰

تاریخ ارسال به داور: ۹۷/۰۲/۱۸

تاریخ پذیرش داور: ۹۷/۰۳/۲۱

واژگان کلیدی:

دوربین درون چاهی، چاه پیمایی،

مانده‌یابی، تجهیزات تکمیلی چاه،

خدمات درون چاهی

مقدمه

مانند خوردگی، تغییر شکل و قطر ناخواسته، مچاله شدن، پارگی و مسدود شدن

- مشکلات ناشی از عدم امکان بازیابی مانده^۲ درون چاهی
- مشکل تولید آب از ناحیه تولیدی یا تولید گاز ناخواسته از لایه نفتی
- انواع مشکلات به وجود آمده در حین حفاری
- مشکلات ناشی از عدم امکان تشخیص نوع و رژیم جریان چندفازی درون چاه

۱- کاربرد دوربین درون چاهی در عملیات مانده‌یابی

به هر وسیله یا قطعه‌ای که ناخواسته درون چاه باقی بماند و یا به دلیل درون چاه سقوط نماید، مانده گفته می‌شود. مانده درون چاهی گاهی در حین عملیات حفاری و گاهی در هنگام عملیات چاه پیمایی^۴ به دلایل مختلف عملیاتی و به صورت ناخواسته درون چاه قرار می‌گیرد.

۱-۱- مانده ناشی از عملیات حفاری

در حین عملیات حفاری موارد زیادی وجود دارد که منجر به مانده گذاری در چاه می‌شود که مهمترین آنها منفصل شدن یک اتصال از یک اتصال دیگر با مقاومت پیشگی پایین تر می‌باشد.

۱-۲- مانده‌یابی و بازیابی مانده ناشی از عملیات چاه پیمایی

مانده گذاری درون چاه با وجود رعایت تمام نکات تخصصی، اجتناب ناپذیر بوده و علاوه بر نیاز به تکامل روش‌های چاه پیمایی برای جلوگیری از وقوع آن، نیازمند ابزار آلات خاص جهت مانده‌یابی و

استفاده از فناوری ثبت تصاویر ویدئویی در طول دوده اخیر به صورت گسترده‌ای تغییر کرده است و تقریباً در تمامی علوم و دانش‌های مختلف به کار برده شده است. استفاده از این دانش در خارج از کشور در حوزه‌های مربوط به چاه‌های نفت و گاز در دهه‌ی ۹۰ میلادی توسط شرکت‌های محدودی نظیر هالیبرتون^[۱] و شلمبرژه^[۲] به صورت موفقیت آمیزی به کار گرفته شد، به طوری که از آن به عنوان نقطه عطفی در صنعت نفت یاد می‌شود.

از آنجایی که دسترسی بصری و بازرسی مستقیم از درون چاه‌های نفت و گاز اغلب به دلیل فشار و دمای بسیار بالا، قطر داخلی کم و وجود سیال خورنده امکان پذیر نمی‌باشد، بنابراین بررسی و حل انواع مشکلات در آنها عموماً نیازمند انجام عملیات خاص خواهد بود. مهندسان از ابزارهای ویژه جهت ثبت و بررسی اشکالات موجود در چاه استفاده می‌نمایند که به دلیل عدم امکان رویت فیزیکی، به صورت سعی و خطا و بدون دقت کافی انجام می‌گیرد. از معایب روش‌های مرسوم می‌توان به قیمت بالای تجهیزات، عدم نتیجه گیری کافی و دقیق، کاهش میزان و استمرار تولید، اتلاف وقت و احتمال افزایش خطرات مالی و جانی اشاره نمود.

نکته قابل توجه این است که این فناوری در چاه‌های گازی، آبی و یا نفتی با نسبت آب به نفت بالای ۸۰ درصد کاربرد دارد. برخی از مشکلات و چالش‌های اساسی چاه‌های نفت و گاز که مرتبط با موضوع هستند و امکان بررسی آن با کمک فناوری مورد اشاره وجود دارد، به شرح زیر می‌باشند:

■ مشکلات ایجاد شده در تجهیزات تکمیلی درون چاهی^۱ و سرچاهی^۲

* نویسنده‌ی عهده‌دار مکاتبات (amigder@gmail.com)

مانده در چه وضعیتی می‌باشد (شکل-۲). اعمال ضربه بر روی مانده می‌تواند علاوه بر خرابی‌های ناشی از سقوط اولیه تجهیزات به درون چاه، خرابی‌های دیگری را نیز به مانده تحمیل نماید که باعث کاهش احتمال بازیابی آن و یا بدون استفاده ماندن آن بعد از بازیابی می‌شود. یکی از معایب بزرگ روش‌های متداول، اجبار در اعمال ضربه بر روی مانده جهت ایجاد اثر روی سطح سرب می‌باشد.

در دسترس بودن اطلاعات تصویری ضمن تعیین عمق دقیق مانده و اطمینان بخشی از وجود یا عدم وجود سیم یا کابل بر روی آن، کمک شایانی را در نحوه اجرای عملیات بازیابی مانده و نیز انتخاب صحیح ابزار موردنیاز می‌نماید. این امر ضمن کاهش اعمال ضربات ناخواسته به مجموعه مانده، ایجاد آسیب بیشتر در مانده و عدم امکان استفاده مجدد از آن پس از بازیابی را کاهش می‌دهد. در شکل-۳ نحوه قرارگیری مانده به همراه مقدار کمی کابل بر روی آن و نیز عمق دقیق مانده دیده می‌شود. با توجه به تمام موارد ذکر شده، اهمیت در دسترس بودن اطلاعات تصویری و استفاده از دوربین درون‌چاهی به خوبی نمایان می‌باشد. این مزایا را به‌طور خلاصه می‌توان به‌صورت زیر بیان نمود:

- مانده‌یابی دقیق‌تر و تعیین عمق دقیق مانده
- امکان مشاهده وضعیت دقیق و واقعی از نحوه قرارگیری مانده درون چاهی
- تعیین دقیق نوع و اندازه تجهیزات خارج‌سازی مانده بر اساس تصاویر قسمت بالایی مانده
- تعیین نحوه اجرای عملیات مانده‌یابی و کاهش سعی و خطا در بازیابی مانده
- کاهش آسیب مضاعف به مانده و شانس بیشتر در امکان استفاده مجدد پس از بازیابی آن



شکل ۲ | اثر سیم چاه‌پیمایی کلاف شده

بازیابی مانده می‌باشد. در عملیات مانده‌یابی باید دانست که بالاترین قسمت رشته تجهیزات باقیمانده^۵ در چاه دارای چه شرایط و در چه عمقی می‌باشد [۳]. اطلاع از شکل هندسی بالاترین قسمت رشته تجهیزات باقیمانده در چاه جهت انتخاب ابزار خارج‌سازی و نوع عملیات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. در ادامه، به بررسی نحوه مانده‌یابی و بازیابی مانده به روش‌های معمول، کاربرد دوربین درون‌چاهی در هر حالت و معایب و مزایای آنها می‌پردازیم.

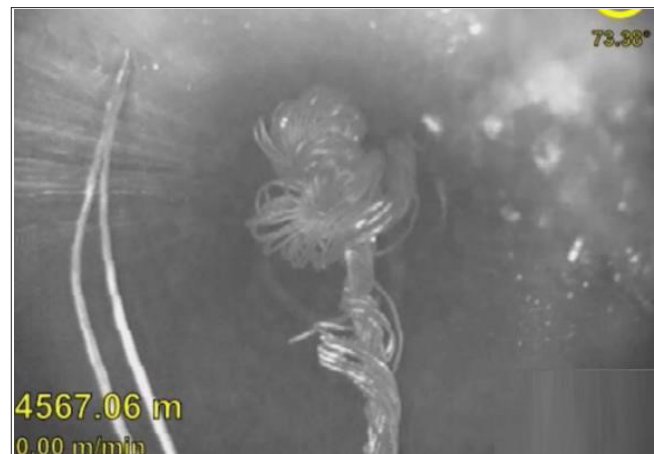
۱-۲-۱- قطع سیم یا کابل و باقی ماندن مقداری از آن به همراه رشته ابزار چاه‌پیمایی

جهت عملیات بازیابی مانده، اولین مرحله، تشخیص صحیح محل قرارگیری بالاترین قسمت سیم می‌باشد. نکته مهم این است که در صورت عدم محاسبه و یا تشخیص محل دقیق سر رشته سیم، امکان کلاف شدن آن بسیار محتمل بوده و در صورت وقوع آن، کار بازیابی بسیار دشوار و در مواردی ناممکن می‌گردد. در دسترس بودن اطلاعات تصویری از نحوه تجمع سیم یا کابل چاه‌پیمایی مانده در چاه و همچنین محل دقیق سر رشته آن، کمک شایانی را در نحوه اجرای عملیات بازیابی مانده و نیز انتخاب صحیح ابزار موردنیاز می‌نماید.

در شکل-۱ تصویر واقعی مربوط به نحوه قرارگیری کابل و سیم چاه‌پیمایی مانده در چاه و عمق دقیق سر رشته آن دیده می‌شود.

۱-۲-۲- باقی ماندن رشته ابزار چاه‌پیمایی بدون هیچ‌گونه سیم یا کابل

در این شرایط، رایج‌ترین روش، راندن ابزار اثر بردار سربی^۶ می‌باشد. با تفسیر اثر حک شده بر روی آن می‌توان حدس زد که قسمت بالایی



شکل ۱ | قطع سیم و باقی‌ماندن مقدار زیادی سیم علاوه بر رشته ابزار چاه‌پیمایی

مسدودسازی کامل جریان تولید در شرایط اضطراری، بسیار خطرناک بوده و می‌تواند خطرات و آسیب‌های جدی جانی، مالی و محیط زیستی را به دنبال داشته باشد. استفاده از تصاویر دوربین درون‌چاهی و بررسی مسیر عبور سیال از درون شیرآلات تاج چاه، می‌تواند شرایط و وضعیت قرارگیری دروازه‌ی آنها و خوردگی‌های شدید احتمالی را بدون نیاز به توقف تولید، جداسازی شیرآلات و یا کشتن چاه، میسر سازد.

۲-۲- بررسی وضعیت تجهیزات درون‌چاهی

یکی از اصلی‌ترین مشکلات احتمالی، جدا شدن لوله‌های ناشی از مچاله شدن^۶ یا پارگی لوله‌ها^۷ می‌باشد. اطلاع دقیق از عمق پارگی یا مچاله شدن لوله جریانی، برای جلوگیری از فوران چاه و خطرات بعدی ناشی از آن، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و می‌توان گفت روش دقیقی برای مشخص نمودن این عمق وجود ندارد. استفاده از تصاویر دوربین درون‌چاهی روشی مطمئن برای مشخص نمودن محل دقیق پارگی، له‌شدگی یا انفصال لوله مغزی چاه می‌باشد.

یکی دیگر از مشکلاتی که می‌تواند لوله مغزی چاه به آن دچار شود، خوردگی آن می‌باشد. در حال حاضر سنجش میزان خوردگی و تغییرات ناشی از آن با استفاده از نمودار MIT^۸ یا MTT^۹ سنجیده می‌شود که علاوه بر هزینه‌های بالای راندن این نوع نمودار، زمان زیادی صرف آنالیز داده‌های آن و شبیه‌سازی وضعیت لوله‌ها می‌شود. ضمناً به علت سرعت پایین انجام این نوع عملیات درون‌چاهی، میزان زیاد توقف تولید و بسته ماندن چاه را باید به معایب این نمودار اضافه نمود. با استفاده از تصاویر درون‌چاهی می‌توان تا حدودی به کیفیت سطح جداره داخلی لوله مغزی پی‌برد و میزان خوردگی را تشخیص داد ولی این روش با وجود مزایای اقتصادی آن، نسبت به سایر نمودارهای

■ کاهش ریسک‌های ناشی از عدم امکان بازیابی مانده
 ■ کاهش امکان از دست دادن کامل چاه و یا مقداری از ناحیه تولیدی آن
 ■ کاهش بار اقتصادی و ریسک‌های ناشی از استفاده از دکل حفاری تعمیراتی جهت اصلاح چاه
 ■ کاهش زمان توقف تولید چاه

۲- کاربرد دوربین درون‌چاهی در بررسی وضعیت رشته تکمیلی،

تجهیزات سرچاهی و دیواره چاه

یکی از کاربردهای تصاویر درون چاه، استفاده از آنها جهت بررسی عملکرد و یا وضعیت تجهیزات نصب شده بر روی چاه و همچنین تجهیزات نصب شده در رشته تکمیلی چاه می‌باشد. نکته قابل توجه این است که این فناوری در چاه‌های گازی، آبی و یا نفتی با نسبت آب به نفت بالای ۸۰ درصد کاربرد دارد.

۲-۱- بررسی وضعیت تجهیزات سرچاهی

این تجهیزات از تعدادی شیر دروازه‌ای و عملگر هیدرولیکی مربوط به آنها تشکیل شده است. گاهی به دلایل اشکالات پیش آمده، دروازه‌ی آنها به‌طور کامل باز نمی‌شود و در زمان نسبتاً کوتاهی، دروازه به دلیل تماس با جریان سریع سیال دچار خوردگی شده و از بین می‌رود. از آنجایی که با این مقدار تماس، تغییر محسوسی در میزان جریان یا فشار سیال ایجاد نمی‌شود، بهره‌بردار به این اشکال پی نمی‌برد. فقط هنگامی متوجه آن می‌شود که قصد توقف تولید را دارد؛ ولی با وجود بستن شیر، جریان به‌طور کامل متوقف نمی‌شود که دلیل آن از بین رفتن دروازه‌ی شیر مسدودکننده جریان می‌باشد. عدم امکان



شکل ۴ | تصویر واقعی از دریچه شیر ایمنی درون‌چاهی



شکل ۳ | سرپیچ رشته‌ابزار به همراه مقدار کمی کابل چاه‌پیمایی مانده در چاه

وضعیت آن را مشخص نموده و قبل از حاد شدن مشکل، هشدارهای لازم را به بهره‌بردار جهت رفع آن اعلام نماید. تشخیص زودهنگام این مشکل می‌تواند بهره‌بردار را از لحاظ اقتصادی و جلوگیری از کاهش ناخواسته تولید، یاری رساند (شکل-۶).

۳- کاربرد دوربین درون‌چاهی در عملیات نمودارگیری

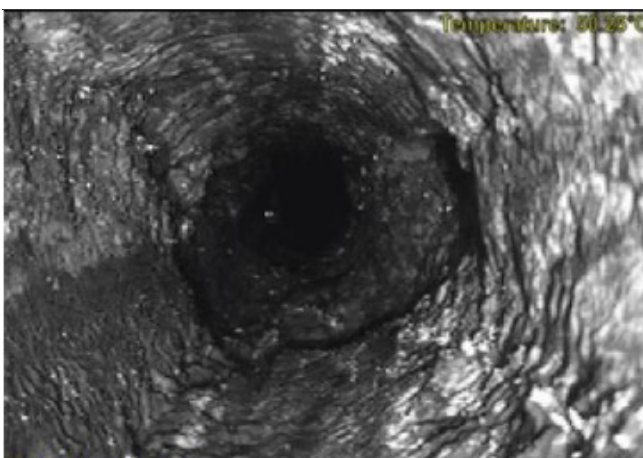
از نمودار دما^{۱۴} برای مشخص کردن نقاط یا فواصل ورود سیال به چاه استفاده می‌شود. امروزه هدف از این نوع نمودارگیری عمدتاً تشخیص محل نشستی رشته تکمیلی در چاه‌های توپک‌دار^{۱۸} می‌باشد. با دانستن اینکه وقتی گاز منبسط می‌شود، دمای آن کاهش می‌یابد (نه همیشه) می‌توان نقاط ورود گاز به چاه و یا نشستی گاز از رشته به دالیز را به دست آورد. معمولاً نمودارهای سرعت سیال (دبی سنج) و فشار به نمودار دما اضافه می‌شوند تا اطلاعات مفصلی از شرایط چاه به دست آید. نوع کامل شده ابزار نمودارگیری، اطلاعات دقیق و جزئی از شرایط چاه به خصوص جریان چند فاز را در اختیار قرار می‌دهد که شامل نمودار چگالی سیال برای به دست آوردن انباشتگی^{۱۹} تک تک فازهاست.

در تمام عملیات نمودارگیری از CCL^{۲۰} (در مجاورت رشته تکمیلی) و گاما (در مجاورت سازند) جهت تطبیق عمق استفاده می‌شود. کاربرد CCL جهت تشخیص محل اتصالات و ادوات مختلف رشته درون‌چاهی بر اساس تغییر گوشته فلزی (ضخامت) می‌باشد. در مواردی (غالباً ادوات انتهایی رشته تکمیلی) که تغییرات متناوب ضخامت وجود دارد CCL به درستی مرزها را تشخیص نمی‌دهد و باعث ایجاد خطا در تطبیق اعماق می‌شود که با به کارگیری دوربین‌های درون‌چاهی این مشکل تا حدود زیادی مرتفع می‌گردد. شکل-۵ به وضوح استفاده از دوربین در تشخیص اعماق دقیق مربوط به پستانک‌های نارونده^{۲۱} را نشان می‌دهد. CCL معمولاً در قطرهای

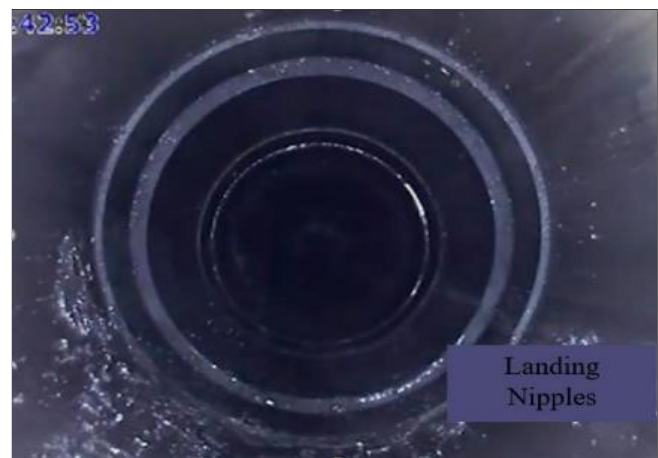
سنجش میزان خوردگی، از دقت پایین‌تری برخوردار می‌باشد. بررسی وضعیت تجهیزات متحرک رشته تکمیلی چاه شامل شیر ایمنی درون‌چاهی^{۱۱}، لوله کشویی انبساط^{۱۲}، دریچه کشویی^{۱۳} و شیر تزریق درون‌چاهی^{۱۴} از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند. در شیر ایمنی درون‌چاهی، دریچه‌ای^{۱۵} وظیفه مسدود نمودن جریان سیال را بر عهده دارد. در صورتی که این دریچه به هنگام تولید به‌طور کامل باز نباشد، علاوه بر کاهش فشار جریانی و دبی سیال، دچار خوردگی زودهنگام می‌گردد. ضمناً اگر در هنگام توقف تولید، این دریچه به‌طور کامل بسته نشود، نمی‌تواند مانع عبور جریان شود و وظیفه اصلی شیر ایمنی درون‌چاهی که همان توقف تولید در مواقع ضروری می‌باشد، محقق نمی‌گردد. با مشاهده‌ی تصاویری از درون آن می‌توان به این اطمینان دست یافت (شکل-۴). این امر در رشته تکمیلی چاه‌های دریایی که اغلب از شیرهای ایمنی درون‌چاهی دائمی استفاده می‌کنند و قابل بازیابی توسط تجهیزات چاه‌پیمایی نمی‌باشند، از اهمیت بیشتری برخوردار است. لوله کشویی انبساط، دریچه کشویی و شیر تزریق درون‌چاهی نیز از مواردی هستند که امکان بررسی وضعیت آنها بسیار دشوار بوده و یا مقدور نمی‌باشد، ولی تصاویر ثبت شده توسط دوربین درون‌چاهی به‌خوبی وضعیت این تجهیزات را نشان می‌دهد. یکی دیگر از کاربردهای تصاویر درون‌چاهی، بررسی وضعیت نشیمن گاه‌های^{۱۶} درون‌چاهی می‌باشد، به صورتی که با بررسی این تصاویر می‌توان دلیل عدم امکان نصب و یا عملکرد نامناسب تجهیزات فوق را مشخص نمود (شکل-۵).

۲-۳- بررسی وضعیت محل ارتباط چاه با مخزن

دوربین درون‌چاهی می‌تواند با ثبت تصاویر اعماق حفره‌باز چاه،



شکل ۶ | تصویر واقعی از قسمت حفره باز چاه



شکل ۵ | تصویر واقعی نشیمنگاه تجهیزات کنترل جریان

مختلف به کمک گرادیان فشار، سطح تماس سیالات به دست می‌آید. در چاه‌های گازی که معمولاً شامل سطح تماس گاز، میعانات و آب می‌باشند، به کمک فناوری دوربین می‌توان سطح تماس سیالات را مشاهده کرد و با نتایج حاصل از گرادیان فشار آن را راستی‌آزمایی نمود. همچنین می‌توان به کمک آن تا حدودی به نوع رژیم جریان در اعماق مختلف پی برد و با نتایج نمودار نگار تولید مقایسه کرد.

۴- کاربرد دوربین درون‌چاهی در بررسی عملیات نصب مسدودکننده‌ها، تزریق مواد ضد خوردگی، سیمان‌کاری، اسیدکاری و مشبک‌کاری
در هنگام نصب مسدودکننده‌ها در درون حفره باز معمولاً از سیمان برای مهار و نشست‌بندی مسدودکننده استفاده می‌شود که از دوربین

بالا با خطا همراه خواهد بود. همچنین در تشخیص محل اتصال لوله جداری‌ها دارای خطاست. در حفره باز نیز نمودار گاما به جای CCL به کار می‌رود که در برخی سازندها ممکن است نمودار اولیه کاملی در دسترس نباشد (کمبود شیل در برخی لایه‌ها و یا وجود مشکل خطای ابزار)، که به کمک دوربین درون‌چاهی مشکل مرتفع می‌شود. در بسیاری از چاه‌های گازی، تولید از طریق مشبک‌هاست که اگر چاه با چگالی بالای high^{۲۳} SPF مشبک شده باشد، بعضاً به کمک نمودار تولید^{۲۳} نمی‌توان از سالم بودن تمام مشبک‌های کنار هم، اطمینان حاصل کرد. این مشکل نیز به‌ویژه در چاه‌های گازی به کمک این فناوری قابل راستی‌آزمایی است (شکل-۷). نوع دیگری از عملیات چاه‌آزمایی، ممیزی فشار در حالت ساکن^{۲۴} و جریانی^{۲۵} است. از نتایج فشاری حاصل و از طریق نقاط ایستایی



شکل ۹ | شیر تزریق و جایگاه آن



شکل ۷ | مشبک‌ها



شکل ۱۰ | عبور سیال از مشبک‌ها



شکل ۸ | نشست سیال نفت از سیمان ته‌چاهی

این فناوری رصد کرد. عبور سیال از مشبک‌ها در شکل-۱۰ به خوبی نشان داده شده است.

نتیجه‌گیری

۱- با استفاده از فناوری ثبت تصاویر درون‌چاهی، امکان اتخاذ تصمیم مناسب و عملی برای بسیاری از مشکلات درون‌چاهی ایجاد می‌شود، که این امر منجر به جلوگیری از انجام عملیات به صورت سعی و خطا به دلیل امکان تشخیص صحیح از وضعیت درون‌چاه می‌گردد. لازم به ذکر است که این فناوری در چاه‌های گازی، آبی و یا نفتی با نسبت آب به نفت بالای ۸۰ درصد کاربرد دارد.

۲- صرفه‌جویی اقتصادی این فناوری بدین گونه است که با حذف برخی از عملیات مرسوم، تشخیص زودهنگام بعضی از مشکلات درون‌چاهی محقق می‌شود و این امر باعث کاهش زمان بسته شدن چاه به دلیل مشکلات درون‌چاهی و نهایتاً افزایش تولید می‌گردد.

۳- این فناوری در تأیید و یا رد بخشی از نتایج حاصل از سایر عملیات درون‌چاهی مانند نمودارنگار تولید، دما، آزمایش ممیزی فشار ساکن و جریانی (با مشاهده روند و محل جریان یا نشستی توسط تصاویر درون‌چاهی) کمک شایانی می‌کند.

۴- به کمک این فناوری اطمینان لازم بصری از موفقیت‌آمیز بودن تغییرات اعمال‌شده درون‌چاه نظیر عملیات نصب مسدودکننده‌ها، تزریق مواد ضدخوردگی، سیمان‌کاری، اسیدکاری و مشبک‌کاری میسر می‌گردد. ■

درون‌چاهی می‌توان جهت بررسی سطح سیمان مسدودکننده و یا عدم نشت سیال از آن بهره‌جست (شکل-۸).

برای مسدودکننده‌های مورد استفاده در نارونده‌ها نیز می‌توان به مشاهده ظاهری نصب آن در جایگاه مخصوص خود پرداخت. در بسیاری از چاه‌های گازی که تزریق پیوسته مواد ضدخوردگی از فضای دالیز به درون چاه وجود دارد، می‌توان به کمک دوربین از سالم بودن شیرهای تزریق و یا جایگاه آن اطمینان حاصل کرد (شکل-۹). یکی از موثرترین روش‌های جلوگیری از تولید آب در چاه‌های نفت و گاز، سیمان‌کاری انتهای چاه می‌باشد. معمولاً بعد از عملیات سیمان‌کاری و اطمینان از بندش آن، حلقه مقیاس^{۲۶} با اندازه‌های مختلف رانده می‌شود. با استفاده از فناوری دوربین می‌توان از به کار بردن حلقه مقیاس‌های متوالی (به صورت سعی و خطا) جلوگیری به عمل آورد، زمان بسته شدن چاه را کاهش داد و اطمینان لازم از موفقیت‌آمیز بودن عملیات را به دست آورد. در عملیات اسیدکاری معمولاً با مقایسه داده‌های چاه‌آزمایی قبل و بعد از عملیات می‌توان میزان موثر بودن عملیات را محاسبه نمود. فناوری دوربین درون‌چاهی می‌تواند با ثبت تصاویر از دیواره چاه‌های حفرة باز در قبل و بعد از اسیدکاری، به صورت کیفی میزان اثر اسید بر سنگ را ثبت کند. همچنین می‌توان به وجود خوردگی‌های احتمالی مشهود ناشی از اسیدکاری، در رشته تکمیلی پی‌برد. کاربرد دیگر این نوع دوربین‌ها در ثبت تصاویر مستقیم و جانبی از مشبک‌ها می‌باشد. کیفیت فیزیکی مشبک‌کاری، تعداد و قطر تقریبی مشبک‌ها را نیز می‌توان به کمک

پانویس‌ها

- | | |
|------------------------------------|------------------------------|
| 1. Tubing String Equipment | 14. Injection Valve |
| 2. Well Head Equipment | 15. Flapper |
| 3. Fishing | 16. Landing Nipple |
| 4. Wireline and Logging Operation | 17. Temperature Log |
| 5. Fishing Neck | 18. Packer |
| 6. Impression Block | 19. Hold up |
| 7. Collapse | 20. Casing Collar Locator |
| 8. Burst | 21. No Go Nipple |
| 9. Multi Finger Imaging Tool | 23. High Shot Per Foot |
| 10. Magnetic Thickness Tool | 23. Production Logging Tools |
| 11. Subsurface Safety Valve | 24. Static Survey Test |
| 12. Expansion Joint (Travel Joint) | 25. Flowing Survey Test |
| 13. Sliding Sleeve Door | 26. Gauge Ring |

منابع

- [1] Halliburton Completion Product 2004
[2] Completion Systems Product Catalogues Schlumberger 2001

- [3] Baker Oil Tools Technical Information for Completions, Workovers and Fishings 2010