

رسوب زدایی و ترمیم آسیب دیواره چاه های تولیدی نفت و گاز با استفاده از امواج میلیمتری

احسان خدمتگزار^۱، محمدابراهیم شفیعی^۲، مستانه حاجی پور^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی نفت، دانشکده نفت و مهندسی شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

۲- عضو هیئت علمی، موسسه مطالعات بین المللی انرژی، تهران، ایران

۳- استادیار گروه مهندسی نفت، دانشکده نفت و مهندسی شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

چکیده

یکی از مواردی که سبب افت تولید در مخازن نفتی می گردد، رسوبات دیواره چاه می باشند که انواع مختلفی داشته و در این مقاله بررسی می شوند. این رسوبات عموماً همراه با تولید در دیواره چاهها به جا گذاشته و باعث کاهش نفوذپذیری سنگ مخزن و کاهش ورود سیال از مخزن به درون چاه و در نهایت آسیب به سازند می گردند. در این تحقیق به مرور آخرین مطالعات در خصوص اثر امواج الکترومغناطیسی بروی رسوبات دیواره چاه پرداخته می شود. آسیب دیدن سازند مشکلی عملیاتی و اقتصادی می باشد که می تواند در حین مراحل مختلف برداشت نفت و گاز از مخازن زیر زمینی عاملی مهم برای کاهش تولید شوند.

باتوجه به هزینه های بسیار بالای حفاری چاه های نفت و گاز و لزوم صیانت و مدیریت توان تولیدی چاه ها و جلوگیری از اختلاف افت فشار مابین مخزن و تنوره چاه می بایست روش های جدیدتر، مناسب تر، ارزان تر با دقت نظر بالاتر در اولویت قرار بگیرد. نتایج این مطالعه می تواند معرف تکنولوژی امواج میلیمتری در طیف الکترومغناطیسی جهت رسوب زدایی و ترمیم دیواره چاههای نفتی باشد که یکی از مشکلات رایج در مخازن نفتی کشور ایران است.

در سال های اخیر کشورهای پیشرفته به صورت جدی روش های جرم زدایی به وسیله امواج الکترومغناطیسی را مورد مطالعه قرار داده و نتایج مطلوبی را پیشنهاد نموده اند. تاثیر امواج بر روی انواع سنگ ها و نحوه ی عملکرد آن ها نشان می دهد که امواج میلیمتری از طیف الکترومغناطیسی سبب شکسته شدن ذرات سنگ می گردد. از نتایج این تحقیق می توان به استفاده از تکنولوژی امواج میلیمتری در طیف الکترومغناطیسی در حذف رسوبات و ترمیم دیواره چاه و در نتیجه کاهش ضریب پوسته به عنوان تکنولوژی موثر و با بازدهی بالا اشاره نمود.

کلمات کلیدی

امواج میلیمتری ، رسوبات ، ضریب پوسته ، آسیب سازند ، پرتوهای پارانرژی

Scale Removal and formation skin damage near wellbore mitigation using millimeter waves

Ehsan Khedmatgozar^{1*}, Mohammad Ebrahim Shafiee², Mastaneh Hajipour³

۱. Islamic Azad University, Science and Research Branch
۲. Institute for International Energy Studies, Ministry of Petroleum, Tehran, Iran
۳. Islamic Azad University, Science and Research Branch

ABSTRACT:

One of the causes of production decline in oil reservoirs are well wall sediments that have different types and were studied in this article. These sediments, which are generally deposited in the walls of wells, reduce the infiltration of reservoir rock by reducing the inflow of fluid from the reservoir into the well and ultimately damage the formation. In this study, the latest studies on the effect of electromagnetic waves on well wall sediments are reviewed. Dam formation is an operational and economic problem that can occur during various stages of oil and gas extraction in underground reservoirs, including exploitation, drilling, hydraulic fracturing and repair operations.

Due to the very high costs of drilling oil and gas wells and the need to maintain and manage the production capacity of wells and prevent pressure drop between the tank and the well furnace, newer, more appropriate, cheaper methods should be prioritized with higher accuracy. To take. The results of this study can represent the technology of millimeter waves in the electromagnetic spectrum for descaling and repairing the walls of oil wells, which is one of the common problems in oil reservoirs in Iran.

In recent years, developed countries have seriously studied the methods of decriminalization by electromagnetic waves and have proposed desirable results. The effect of waves on different types of rocks shows that millimeter waves from the electromagnetic spectrum cause rock particles to break down. The results of this research can be used to use millimeter wave technology in the electromagnetic spectrum in removing sediments and modifying the well wall and thus reducing the weakness of the crust as technical effects with high efficiency.

Keywords: Millimeter waves, Sediments, Skin factor, Formation damage, High Energy Beams

مقدمه

آسیب سازند اصطلاحی کلی مربوط به ایجاد اختلال در تراوایی سازندهای حاوی نفت می باشد که می تواند در حین مراحل مختلف برداشت نفت و گاز در مخازن هیدروکربوری رخ دهد. در دهه های اخیر استفاده از سوخت هیدروکربوری به عنوان سوختی مناسب، با توانایی تامین انرژی کافی، در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی بسیار گسترش یافته است به منظور دستیابی به میزان تولید بهینه هیدروکربن، نیاز به کاهش آسیب سازند می باشد. آسیب سازند مشکلی عملیاتی و اقتصادی می باشد که می تواند در حین مراحل مختلف برداشت نفت و گاز در مخازن زیر زمینی شامل بهره برداری، حفاری، شکاف هیدرولیکی و عملیات تعمیر رخ دهد. باتوجه به هزینه های بسیار بالای حفاری چاه های نفت و گاز و لزوم صیانت و مدیریت توان تولیدی چاه ها و جلوگیری از اختلاف افت فشار مابین مخزن و تنوره چاه می بایست روش های جدیدتر، مناسب تر، ارزان تر با دقت نظر بالاتر در اولویت قرار بگیرد. در سال های اخیر کشورهای پیشرفته به صورت جدی روش های جرم زدایی به وسیله امواج الکترومغناطیسی را مورد مطالعه قرار داده و نتایج مطلوبی را پیشنهاد نموده اند. همچنین به دلیل رسیدن مخازن نفتی ایران به نیمه دوم عمر خود اهمیت عملیات تعمیر و نگهداری از چاه ها بیش از پیش مورد توجه می باشد. الکترومغناطیس شاخه ای از علم فیزیک است که به مطالعه پدیده های الکتریکی و مغناطیسی و ارتباط این دو می پردازد. نیرویی که الکترون ها و پروتون ها را در داخل اتم کنار هم نگه می دارد نیروی الکترومغناطیسی می باشد.

روش تحقیق

در این مقاله بر اساس تحقیقات و یافته های آزمایشگاهی جدید در منابع اطلاعاتی بین المللی نظیر وان پتروآدر حوزه امواج به بررسی تاثیر تابش امواج میلیمتری در ناحیه اطراف دیواره چاه در سازنده های حاوی نفت و گاز جهت جرم زدایی، از بین بردن رسوبات کاهش آسیب سازند و در نتیجه بهبود توان تولیدی چاه بر اساس آزمایش بر روی مغزه با تابش و تحت تاثیر امواج میلیمتری پرداخته خواهد شد.

آسیب سازند

یکی از مشکلات مربوط به استخراج نفت تشکیل رسوبات و اجرام جامد در نواحی اطراف دیواره چاه می باشد که در زمره آسیب های سازند طبقه بندی می گردند و جزو عوامل تاثیر گذار در ضریب پوسته می باشند.

آسیب سازند اصطلاحی کلی مربوط به ایجاد اختلال در تراوایی سازند حاوی نفت و مشکلی عملیاتی و اقتصادی می باشد که می تواند حین مراحل مختلف برداشت نفت و گاز در مخازن زیر زمینی شامل بهره برداری، حفاری، شکاف هیدرولیکی و عملیات تعمیر رخ دهد. (خامه چی، ۱۳۹۱)

عمده ترین علل ایجاد آسیب های سازند عبارتند از انسداد تخلخل ها و راه های ارتباطی آن ها توسط ذرات جامد گل حفاری، ذرات همراه با سیالات تزریقی، مهاجرت ذرات سازند و تشکیل رسوبات آلی و معدنی در دیواره چاه خاصه ناشی از اختلاف فشار مابین سازند و تنوره چاه در هنگام تولید می باشد. وجود این مواد در سازند باعث آسیب های فراوان از قبیل کاهش تراوایی، افت فشار و نهایتاً پایین آمدن توان تولید در مخازن نفت و گاز می گردند. (لطف اللهی، ۱۳۹۵)

هنگامی که تراوایی نزدیک به دهانه چاه کاهش می یابد، اصطلاح آسیب چاه را به کار می بریم، کاهش تراوایی معمولاً طی حفاری یا تکمیل چاه اتفاق می افتد. در طی حفاری معمولاً مواد ریز موجود در سیال حفاری باعث بسته شدن منافذ سازند شده و تراوایی را کاهش می دهد. همچنین واکنش بین سازند و کیک گل حفاری، کاهش تراوایی را در پی خواهد داشت، مانند کانی های رسی موجود در سازند که در تماس یا سیال با شوری کم، متورم می شوند این واکنش طی تبادل یونی بین کانی های رسی و کیک گل حفاری رخ می دهد. سیالات تکمیل چاه نیز هنگامی که وارد سازند می شوند به طور مشابه باعث کاهش تراوایی می گردند. (سی سخت ۱۳۹۵)

تحریک چاه معمولاً در نتیجه ی پدیده هایی همچون اسیدکاری یا شکاف هیدرولیکی حاصل می شود. این پروسه ها را عمداً در چاه اجرا می کنند تا قابلیت تولید چاه را افزایش دهند. در پروسه ی اسیدکاری، اسید را از مشبک کاری به درون سازند تزریق می کنند تا موادی که منافذ چاه را مسدود کرده حل کنند. به دنبال حل شدن مواد مسدود کننده یا حتی برخی قسمت های سازند، تراوایی افزایش می یابد. (Lee, J.W, ۱۹۸۲)

تزریق سیال و مواد شیمیایی جهت بهبود بازیافت و آزادسازی گازهای محلول (مانند دی اکسید کربن و هیدروکربن های سبک) از سیال مخزن در حین بهره برداری و همچنین تغییر در اشباع سیالات می تواند سبب ایجاد تغییر در دما و فشار نواحی نزدیک چاه شود. این تغییر سبب بر هم زدن تعادل ترمودینامیکی و ایجاد رسوب، کریستال و هیدرات گازی می گردد. ایجاد رسوب یا کریستال سبب به وجود آمدن آسیب سازند می گردد.

ضریب پوسته به عنوان یک پارامتر بی بعداً برای اندازه گیری و یا بیان انحراف یک چاه از حالت ایده آل میباشد. ضریب پوسته اغلب شامل بعنوان یک آسیب به محل های نزدیک چاه بر اثر حفاری و یا تکمیل چاه و بالطبع کاهش تراوایی و افزایش افت فشار می شود. (خامه چی، ۱۳۹۱)

ون اورینگن^۴ در سال ۱۹۵۳ ضریب پوسته را بصورت یک افت فشار اضافی در نزدیکی چاه که بر اثر حفاری، تکمیل و عملیات تولیدی بوجود می‌آید تعریف کرده است. در سال ۲۰۰۷ بایرن^۵ و همکارانش این افت فشار به وجود آمده را بر اثر تغییر تراوایی در محدوده ی چاه بیان کرده اند.

همه ی معادلات پیش بینی دبی در مخازن دارای پارامتر ضریب پوسته هستند. این ضریب اغلب ضریب کلی می باشد. ضریب کلی مجموعی است از ضریب پوسته های زیر:

ضریب مکانیکی پوسته بر اثر نفوذ گل حفاری به درون سازند، نفوذ سیمان، ذرات ریزی از گل که حین حفاری وارد سازند می شوند، تکمیل چاه و یا عملیات تعمیر چاه و که باعث کاهش تراوایی اطراف چاه میشود به وجود می‌آید این پدیده معمولاً به عنوان آسیب چاه نام برده میشود و محدوده ای که تراوایی در آن تحت تاثیر قرار میگیرد را محدوده ی ضریب پوسته می نامند. (Arabzadeh, 2017)

به طور کلی ذراتی که منافذ سنگ و نواحی اطراف دیواره چاه را مسدود می کنند عبارتند از انواع رسوبات که به دو دسته آلی و غیر آلی تقسیم می گردند؛ ۱- آسفالین: رسوب آسفالتین عمدتاً در چاه های تولید نفت و گاز مشاهده می شود، آسفالتین معمولاً به عنوان سنگین ترین و قطبی ترین ترکیبات در نفت معرفی می شود، عواملی که باعث رسوب آسفالتین می شوند عبارتند از تزریق دی اکسید کربن، سیلاب زنی با گاز، تغییرات PH، به هم پیوستن جریان های نفت با ترکیبات متفاوت مواد شیمیایی آلی ناسازگار، تنش برشی و اختلاف پتانسیل های جریانی. (زینلی حسونند ۱۳۹۶) ۲- واکس: واکس ها نیز ترکیباتی با جرم مولکولی زیاد هستند که ساختار بلورین داشته و از نظر مولکولی کاملاً اشباع شده اند، مولکول های واکس های نرمال آلکان هایی هستند که تعداد اتم کربن آن ها بسیار زیاد است و مهمترین عامل رسوب واکس کاهش دما است که در این حالت نرمال آلکان ها به هم می چسبند و رشته های دراز تری تشکیل می دهند. (امیری ۱۳۹۶) ۳- رسوبات معدنی: مهمترین رسوبات معدنی در جریان تولید نفت عبارتند از کانی های محلول در سیال خصوصاً در شرایطی که PH آن حالت اسیدی داشته باشد مانند کربنات کلسیم، کربنات آهن، سولفید آهن، اکسید آهن و کربنات منیزیم. و کانی های نا محلول در سیال مانند سولفات کلسیم، سولفات باریوم و سولفات استرانسیموم. این رسوبات که دارای ساختاری کاملاً یونی می باشند هر کدام دارای حلال های منحصر به خود هستند. (خامه چی، ۱۳۹۱)

سایر جرم های موجود در دیواره چاه که موجب بسته شدن منافذ سنگ و کاهش تراوایی می شوند شامل واتر بلاک^۸، نفوذ ذرات گل حفاری و سیالات استفاده شده در تکمیل چاه و تراویدن آن به درون سازند می باشد.

روش های مرسوم برای رفع این مشکلات به وسیله ی اسیدکاری تنوره و دیواره چاه، تغییرات گل حفاری، انواع شکست های هیدرولیکی و... که اغلب این ها پرهزینه و دارای محدودیت های متعدد زیست محیطی و عملیاتی می باشند.

^۴Van Everingen.

^۵Byrne.

^۶Mechanical Skin.

^۷Formation.

^۸Water block.

امواج با فرکانس بالا

امواج میلیمتری از طیف الکترومغناطیسی با محدوده طول موج ۱۰ میلی متر (۰,۴ اینچ) تا ۱ میلی متر (۰,۰۴ اینچ) با شدت فرکانس ۳۰ گیگاهرتز تا ۳۰۰ گیگاهرتز دسته بندی شده اند فرکانس بالا ۳۰ گیگاهرتز عموماً جزو فرکانس های فوق العاده بالا نامیده می شود.

طول امواج میلیمتری از امواج مادون قرمز و اشعه ایکس بلندتر و از امواج رادیویی و ماکروویو کوتاه تر است.

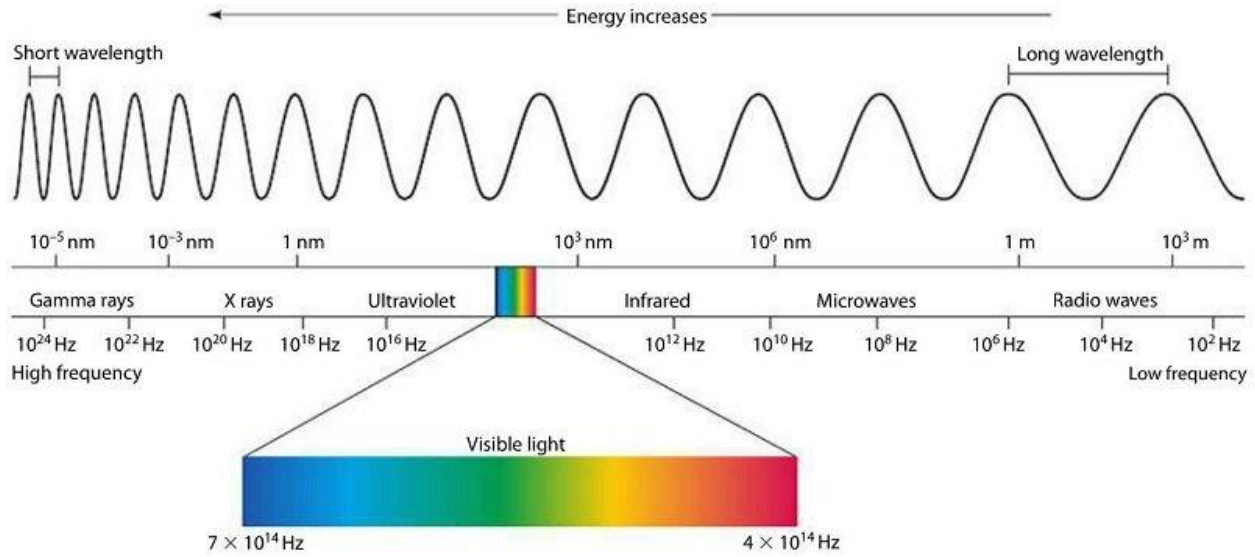
بنابر تحقیقات موسسه فناوری ماساچوست استفاده امواج میلیمتری با ایجاد گرما و تکنولوژی حفاری مستقیم^۱ تا عمق ۳۰,۰۰۰ متری با جنس سنگ های گرانیت، بازالت، ماسه سنگ، سنگ آهک شده اند.

طیف الکترومغناطیسی

تابش الکترومغناطیسی جریانی از فوتون نهایی است که در امواج انتقال می یابند. فوتون ذره ای بنیادی برای تمامی اشکال تابش الکترومغناطیسی است. فوتون توده ای از نور با ماهیت انرژی است که همواره در حال حرکت می باشد. میزانی از انرژی که یک فوتون با خود حمل می کند، باعث رفتاری هایی همانند موج و یا ذره می شود که از این پدیده به نام دوگانگی موجی ذره ای یاد می شود. فوتون های کم انرژی مانند نمونه هایی که در امواج رادیویی وجود دارند رفتاری شبیه به موج از خود بروز می دهند و فوتون ها با انرژی بالا مانند اشعه ایکس بیشتر رفتار ذره ای از خود نشان می دهند.

بر خلاف سایر امواج نظیر امواج صوتی که نیازمند رابط و یا رسانا برای انتقال خود هستند تابش های الکترومغناطیسی می توانند از فضاها (خلاء) نیز عبور کنند. در طیف الکترومغناطیسی تابش ها از پایین ترین سطح انرژی و بالاترین طول موج به بالاترین سطح انرژی و پایین ترین مقادیر طول موج مرتب شده اند. به عبارتی هر قدر که انرژی تابش بیشتر باشد قدرت آن نیز بیشتر است و در نتیجه اثر گذاری بیشتری روی مواد خواهد داد. تفاوتی که میان موج رادیویی و پرتوی گاما وجود دارد در میزان سطوح انرژی فوتون های آن می باشد. در شکل شماره یک نمای کلی از طیف الکترومغناطیسی قابل ملاحظه است.

^۱Direct Energy Drilling



شکل شماره ۱ - نمای کلی از طیف الکترومغناطیسی

امواج رادیویی دارای بزرگترین طول موج در طیف الکترومغناطیسی می باشند این امواج کاربردهایی اساسی در زندگی روزمره ما دارند که شامل سیگنال های گوشی های همراه، شبکه های رادیویی و... می باشند.

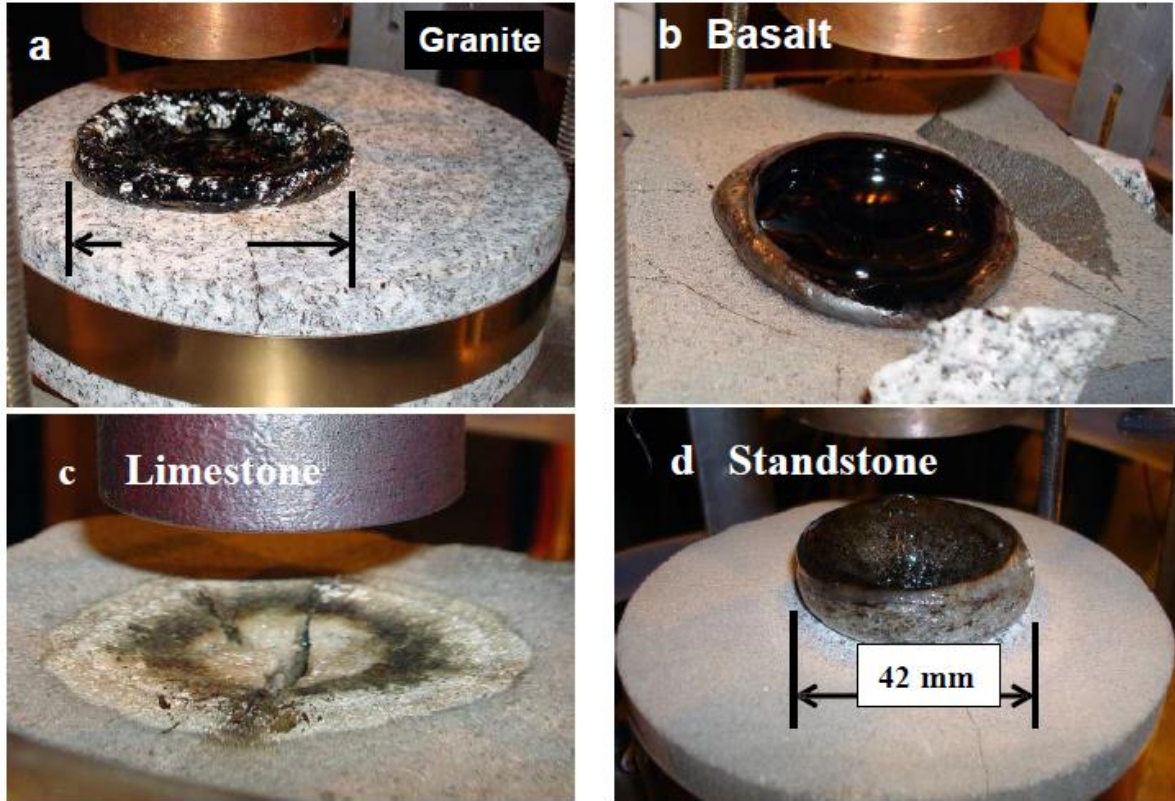
یافته ها

با توجه به هزینه های بسیار بالای حفاری چاه های نفت و گاز و لزوم صیانت و مدیریت توان تولیدی چاه ها و جلوگیری از اختلاف افت فشار مابین مخزن و تنوره چاه می بایست روش های جدیدتر، مناسب تر، ارزان تر با دقت نظر بالاتر در اولویت قرار بگیرد.

در سال های اخیر مطالعات آزمایشگاهی بسیاری بر اساس انتقال امواج ماکروویو و فرا صوت جهت پاکسازی دیواره چاه و انگیزش آن صورت گرفته و نتایج قابل قبولی به دست آمده است.

از این رو استفاده از روش های نوین با دقت و مزایای بالا از اولویت های صنعت نفت و گاز می باشد.

- در سال ۲۰۰۴ محققان شرکت نفت چین با بررسی تاثیر امواج فرکانس بالا جهت بهبود بازیافت نفت سنگین در میداین کشور چین و با انجام چهار آزمایش میدانی به این نتیجه رسیدند که استفاده از امواج با فرکانس بالا با توجه به مزایایی نظیر کم بودن هزینه ها، تولید آسان امواج، عدم آسیب به سازند و عملیات آسان موجب بهبود بازیافت نفت شده و سرعت بازیافت را نیز افزایش می دهد. (۱)
- در سال ۱۳۸۸ طی تحقیقاتی که در دانشگاه صنعت نفت ایران انجام شد اثر امواج فراصوت بر پاکسازی دیواره چاه از ذرات جامد مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایش به بررسی رفتار رسوبات جامد در معرض امواج فراصوت پرداخته شد که در نتیجه ی آن استفاده از امواج با بسامد بالا در پاکسازی جرم های دیواره چاه مخازن کربناته و ماسه سنگی موجب افزایش سرعت انحلال اجرام می شود و تراوایی و تخلخل سازند را بهبود می بخشد. (۲)
- در سال ۲۰۰۹ دستگاه حفاری و شکست هیدرولیکی با مکانسیم امواج میلیمتری به وسیله ی محققان موسسه فناوری ماساچوست (MIT) در ایالات متحده آمریکا ثبت اختراع گردید و طبق ادعای مخترعین این دستگاه نوین ترین روش حفاری و ایجاد شکست می باشد و تا عمق ۲۵۰۰۰ فوت توانایی انجام عملیات را داشته است. تصویر شماره ۲ تاثیر امواج میلیمتری و مکانسیم شکست سنگ ها با قرار گرفتن در معرض پرتوی ۲۸ گیگاهرتز MMW تا ۴,۲ کیلووات روی سنگ های گرافیت، بازالت، سنگ آهک و سنگ ماسه ای را نشان می دهد. (۳)



تصویر شماره ۲ - تاثیر امواج میلیمتری بر روی ۴ نوع سنگ در مدت بیش از ۳۰ دقیقه با قرار گرفتن در معرض پرتوی ۲۸ گیگاهرتز MMW تا ۴,۲ کیلووات

- در سال ۱۳۹۱ پژوهشگران دانشگاه صنعتی شریف با استفاده از مدل سازی ریاضی تاثیر عملیات انگیزش چاه با استفاده از امواج فراصوت مورد بررسی قرار دادند در این مدل سازی بر اساس حل معادلات انتشار امواج برای یک محیط استوانه ای، تنش های وارده به سنگ مخزن در هر نقطه محاسبه شد و نتایج به دست آمده نشان داد امواج با فرکانس بالاتر از ۲۰ کیلوهرتز با دامنه حدود صد میکرون توان پاکسازی منافذ اطراف چاه را به خوبی خواهند داشت. (۴)
- در سال ۲۰۱۴ محققان موسسه فناوری ماساچوست (MIT) با همکاری دولت ایالات متحده آمریکا تحت برنامه تکنولوژی های نوین زمین گرمایی با استفاده از تکنولوژی امواج میلیمتری موفق به حفاری چاه هایی عمیق با استفاده از تکنولوژی ثبت شده تا عمق ۳۰,۰۰۰ متری شده اند که نتایج آن تحت گزارش رسمی منتشر شد و نتایج آن شامل کاهش هزینه های و زمان حفاری بوده است. (۵)

- در سال ۲۰۱۴ محققان دانشگاه شاه سعودی با بررسی تجربی کاربرد امواج فراصوت در بهبود بازیابی نفت در سیلاب زنی، به کمک ساطع نمودن امواج فراصوت بر روی دیواره چاه و تحریک سازند به این نتیجه رسیدند که استفاده از امواج فراصوت در هنگام سیلاب زنی تا ۱٪ بازیابی نفت را بهبود می‌بخشد. (۶)
- در سال ۲۰۱۴ محققان شرکت نفتی هالیبرتون با بررسی روش انگیزش چاه به کمک امواج فراصوت با وارد کردن دستگاه ایجاد امواج درون چاه به این نتیجه رسیدند که امواج با فرکانس بالا یک تکنیک منحصر به فرد جهت انگیزش چاه است و همچنین امواج فراصوت توانایی زدودن فیلترکیک از دیواره چاه را دارند. (۷)
- در سال ۱۳۹۵ پژوهشگران پژوهشکده صنعت نفت با بررسی اثر امواج ماکروویو بر روی رسوبات چاه به این نتیجه رسیدند که امواج ماکروویو سبب شکسته شدن ذرات آسفالتین می‌شود و اثر امواج در نمونه نفت های سبک و سنگین سبب متلاشی شدن رسوبات و جلوگیری از بهم پیوستن مجدد آن‌ها خواهد شد. (۸)
- در سال ۲۰۱۸ محققان دانشگاه نیل نیجریه با شبیه سازی عملکرد امواج فراصوت در برنامه متلب به این نتیجه رسیدند که استفاده از امواج فراصوت در انگیزش چاه بازیافت موجب افزایش نفت تا ۵۰٪ خواهد شد. (۹)
- در سال ۲۰۱۸ محققان انجمن مکانیک آسیا با بررسی عملکرد انتشار امواج کم توان ماکروویو مشاهدات خود در خصوص شکستگی ها سنگ ثبت نمودند، آن‌ها با بررسی روش های سابق حفاری و تکه تکه شدن سنگ های سخت که شامل استفاده از مواد منفجره، ضربه و شکست هیدرولیکی است به این نتیجه رسیدند که شکستگی و ایجاد ترک به وسیله ی امواج ماکروویو داری سرعت بیشتر و قابلیت این را دارد تا در محدوده کوچک عمق بیشتری را حفاری نماید. (۱۰)
- در سال ۲۰۱۸ محققان دانشگاه نفت پاندید داندیال هند با بررسی فناوری پالس پلاسما که شامل ورود جریان برق با نیروی تخلیه الکتریکی بسیار سریع پلاسما می‌شود. در این روش، پلاسما به سرعت منفجر میشود و انرژی از طریق آن به سنگ منتقل میشود. این انفجار سریع، مثل یک پیستون در سنگ محیط اثر میگذارد و موجب خرد و متلاشی شدن آن میشود. با استفاده از تکنولوژی توانای برق-پالسی، توده پلاسما میتواند چندین بار در ثانیه تشکیل شود. نتیجه این روند مکرر، حفاری کنترل شده با کارایی بالا می‌باشد. نتیجه ی مطالعه محققان رسیدن به درصد بسیار بالایی از ازدیاد برداشت با مطالعه ۵۰۰ نمونه واقعی در نتیجه ی اثر گذاری بر روی ساختار سنگ بوده است. شکل شماره ۳ نتایج مربوط به پالس پلاسما بر روی مغزه نشان می‌دهد. (۱۱)



Simulated blocked perforated casing target before pulsing



Target post pulsing

تصویر شماره ۳- قبل و بعد از در معرض پالس پلاسما قرار گرفتن مغزه

نتیجه گیری

مشکل رسوب در دیواره چاه و آسیب سازند به واسطه ضریب پوسته در میادین نفتی خصوصاً در میادین نفتی ایران یکی از بزرگترین مشکلات کاهش میزان تولید در اثر پلاگ کردن سنگ مخزن و ایجاد سدی در برابر ورود سیال مخزن از دهانه چاه به درون چاه است. در خصوص روش های نوین پاکسازی جداره چاه به وسیله امواج در فرکانس فراصوت از نیروی فرکانس خارجی برای شکستن رسوب استفاده می شود، اما نتایج کنونی نشان از آن دارد که این روش سبب تغییراتی در ترکیبات شیمیایی نیز می گردد. استفاده از امواج مافوق صوت یکی از روش های موثر در حذف رسوب آسفالتین از مخازن نفتی می باشد. مشکل عمده ای که به این روش وارد است آن است که این امواج سبب تخریب ساختار سنگ شده و می تواند سبب بروز تغییراتی در نفوذپذیری سنگ مخزن گردد، در خصوص استفاده از امواج لیزری به دلیل ذوب نمودن سنگ باعث کاهش تراوایی سنگ و در نتیجه ضریب پوسته می شوند، امواج ماکروویو نیز به دلیل بالابردن دمای محل اصابت موجب ایجاد مشکلات دیگری همچون کاهش تراوایی و هیدراته شدن می گردد.

در این مطالعه پس از بررسی تاثیر امواج بر روی انواع سنگ‌ها و نحوه‌ی عملکرد آن‌ها نشان داده شد که امواج میلیمتری از طیف الکترومغناطیسی سبب شکسته شدن ذرات سنگ می‌گردد. از نتایج این مطالعه می‌توان به استفاده از تکنولوژی امواج میلیمتری در طیف الکترومغناطیسی در حذف رسوبات و ترمیم دیواره چاه و در نتیجه کاهش ضریب پوسته به عنوان تکنولوژی موثر و با بازدهی بالا اشاره نمود.

فهرست منابع

- [1]. MEINEL, H.H. (1992). Millimeter wave applications and technology trends. Ann.TELECOMMUN.(47), 11-12.
- [2]. JAMALUDDIN, A.K.M. & VANDAMME, L.M. (1998). Heat Treatment for Clay-related Near Wellbore Formation Damage. The Journal of Canadian Petroleum Technology. (37)1, 95-67.
- [3]. Alhomadhi, E. & Amro, M. (2013). Experimental application of ultrasound waves to improved oil recovery during water flooding. Engineering Sciences.26, 103-110.
- [4]. Prozument, k. & Park, G.B. (2014). Chirped-pulse millimeter-wave spectroscopy for dynamics and kinetics studies of pyrolysis reactions. Royal Society of Chemistry (RSC).16, ۱۵۷۳۹-۱۵۷۵۱
- [5]. Chen, Z. & Zhang, L.(2015). Molecular Structure and Association Behavior of Petroleum Asphaltene. Springer International Publishing Switzerland. (168). 1-38.
- [6]. Arabzadeh, H. & Amani, M. (2017). Application of a Novel Ultrasonic Technology to Improve Oil Recovery with an Environmental Viewpoint. Journal of Petroleum & Environmental Biotechnology. (8)2, 2-8.
- [7]. Mullakaev, M.S. & Abramov, O.V. (2018). DEVELOPMENT AND STUDY OF OPERATING EFFICIENCY OF TECHNOLOGICAL ULTRASONIC INSTALLATIONS . Chemical and Petroleum Engineering. (44) , 433-440.
- [8]. Patel, K. & Shah, M. (2018). Plasma Pulse Technology: An uprising EOR technique. Petroleum Research., 180-188.

- [۹] . صبور، سمانه. و لطف الهی، محمدنادر. (۱۳۹۱). تعیین مقدار رسوب در فرایند تزریق آب به مخازن نفتی ایران. نشریه شیمی و مهندسی شیمی ایران. ۳۱(۱)، ۱۲۲-۱۱۵.
- [۱۰] .امانی، سجاد. و بلوچی، سعید. (۱۳۹۱). تحریک صوتی؛ یک روش جدید در تمیزسازی ته چاه. ماهنامه علمی- ترویجی اکتشاف و تولید نفت و گاز. (۸۹)، ۴۱-۳۱.
- [۱۱] .حسینی سی سخت، عباس محمد. و نوروزی، علی. (۱۳۹۳). استفاده از ابزار اینرکت جهت پیشگیری از تشکیل رسوب در چاههای نفت. ماهنامه علمی- ترویجی اکتشاف و تولید نفت و گاز. (۱۱۰)، ۳۸-۳۲.
- [۱۲] .زینلی حسنونند، مهدی. و موسوی دهقانی، سیدعلی. (۱۳۹۶). شبیه سازی یکپارچه فرایند تشکیل رسوب آسفالتین در دیواره چاههای نفتی. پژوهش نفت. (۹۱)، ۱۰۶-۹۱.
- [۱۳] .امیری، سحر. (۱۳۹۶). روش های رایج مورد استفاده در ازدیاد برداشت نفت. ماهنامه علمی - تخصصی پژوهش های نوین علوم مهندسی. ۲(۱۲)، ۱۰- ۱.