



فناوری پالس پلاسمایی

سید علی آقایی¹، روح الله هاشمی²

1- دانشکده مهندسی شیمی - دانشگاه صنعتی اصفهان، s.ali.aghaee@gmail.com

2- دانشکده مهندسی شیمی - دانشگاه صنعتی اصفهان، r-hashemi-put@yahoo.com

چکیده — با توجه به نیاز روز افزون به نفت و انرژی و همچنین عدم بهره وری مناسب بیشتر فناوری های تولید و ازدیاد برداشت کنونی نفت و گاز دانشمندان را به فکر استفاده از یک روش جایگزین مناسب انداختند که هم از نظر زیست محیطی آلودگی و خطرات روش های قبلی را نداشته و در کنار آن از لحاظ اقتصادی نیز بصرفه باشد این جایگزین چیزی جز فناوری پالس پلاسمایی نمی باشد در این مقاله ابتدا به علوم پیش زمینه این تکنولوژی اشاره ای مختصر شده و سپس با تکنولوژی های روز دنیا از جمله شکاف هیدرولیکی و یا ازدیاد برداشت مقایسه شده است در این فناوری به جای تزریق یک سیال با فشار بالا به داخل چاه و ایجاد شکاف های کوچک برای کمک به ازدیاد برداشت نفت یک قوس پلاسمای پر انرژی را آزاد می شود که مقدار گرمای عظیمی در کسری از ثانیه آزاد می کند که متعاقب آن یک انگیزش موجی سیال به وجود می آید.

واژه های کلیدی — فناوری نو؛ پالس پلاسمای؛ ازدیاد برداشت؛ دوستدار محیط زیست

یک خازن هادی که باعث ایجاد پلاسمای در یک محیط بسته می شود، به وجود می آید.

انرژی ذخیره شده در رسانا مواد خازن را تبخیر می کند و پلاسمای تولید شده سبب وارد شدن نیروی زیاد بر محیط متخلخل، افزایش فشار، افزایش چگالی و دمای محیط می شود یعنی یک موج شوک ایجاد شده است.

لبه مقدم موج شوک با فشار بیش از حد خود حالت حرکت را از لایه اول به لایه بعدی منتقل می کند. به عنوان یک نتیجه منطقه به سرعت تحت تاثیر این پدیده گسترش می یابد. در یک محیط مایع، فشار حداکثر در لحظه ای که محیط فشرده می شود توسعه می یابد. در نتیجه موج شوک، (ضربه ای) که به تعداد زیادی لرزش پیوسته تبدیل می شود که به صورت موج الاستیک شعاعی گسترش می یابد.

تعداد این پالس ها در چاه های تحت عملیات (مورد بحث) ممکن است به چند هزار برسد که باعث تثبیت مناطق چاه شده که سبب افزایش ضریب هدایت فشاری می شود.

1. مقدمه: علوم پیش زمینه برای فناوری پالس

پلاسمایی¹

فناوری پالس پلاسمایی در 2002 از سوی تیمی در دانشکده معدن دانشگاه ایالتی سن پترزبورگ² روسیه توسعه داده شد و شرکتهای مختلفی از جمله کونوکوفیلیس، لوک اویل، روسنت، گازپروم، بریتیش پترولیوم، نفت و گاز ریچ فیلد، آس تس، منابع انرژی میلر و... از این فناوری در عملیات انگیزش حدود ۳۰۰ چاه مختلف در روسیه، چین، اروپای شرقی، آمریکا و کویت استفاده کرده اند که بر پایه تحقیقات علمی در حوزه زمین شناسی، پتروشیمی، تئوری پلاستیک، آکوستیک، تئوری موج و تئوری تشدید(رزونانس) قرار دارد.

ژنراتور پالس پلاسمایی به طور متداول ولتاژ بالای 3000 ولت تا 5000 ولت را در یک بانک ذخیره خازن به نام الکتروود فراهم می کند که از طریق

¹ Plasma Pulse Technology(PPT)

² St.Petersburg stale mining

2. فناوری پالس پلاسمایی چگونه کار می

کند ؟

به جای تزریق یک سیال با فشار بالا به داخل چاه و ایجاد شکاف های کوچک برای کمک به ازدیاد برداشت نفت، تکنولوژی پالس پلاسمایی یک قوس پلازما پر انرژی را آزاد می کند که مقداری گرمای عظیمی در کسری از ثانیه آزاد می کند که متعاقب آن یک انگیزش موجی سیال به وجود می آید و هرگونه رسوب مانند رسوب آسفالتین، ذرات سنگ و گل حفاری و... را از مشبک ها می زداید. موج های برانگیخته تا عمق مخزن نفوذ کرده و یک سری نانو شکاف در آن ایجاد می کنند که باعث افزایش تراوایی می گردد و نفت به راحتی می تواند از مخزن به سمت چاه جریان یابد و یک تولید پایدار را نتیجه می دهد که برای یک سال دوام می آورد.

در این تکنولوژی یک سری پالس موجی (ضربات موجی) ایجاد می شود و موج هیدرولیکی با سرعت بالایی در حدود هزار و ۵۰۰ متر بر ثانیه ایجاد به حرکت در می آید. ثابت شده است که یک بار انجام پالس پلاسمایی، افزایش تراوایی را برای مدت یک سال به همراه دارد و حدود 1500 متر را نیز تحت تاثیر خود قرار می دهد. همچنین یک بار انجام این عملیات اثری سه برابر برای تولید گاز دارد [2].

از آنجا که پالس پلاس بدون هیچ ماده شیمیایی انجام می گیرد به عنوان دوست دار محیط زیست نیز تلقی می شود. این تکنولوژی ما را به یاد بسیاری از فیلم های علمی تخیلی که در آن به ما پیشنهاد استفاده از اسلحه های لیزری بدون گلوله در آینده را می دهد، می اندازد.

این صنعت اولین بار در سال 2013 به آمریکا معرفی شد. و در این کشور گسترش یافت تا از مضرات کنونی استفاده از فناوری ایجاد شکاف غلبه کند و نفت و گاز را از شیل ها برداشت کند. از پالس پلاسمایی همچنین به عنوان انفجاری دیگر در صنعت شیل گاز در آمریکا نیز یاد می شود.

3. مشکلات تولید از شیل گازها

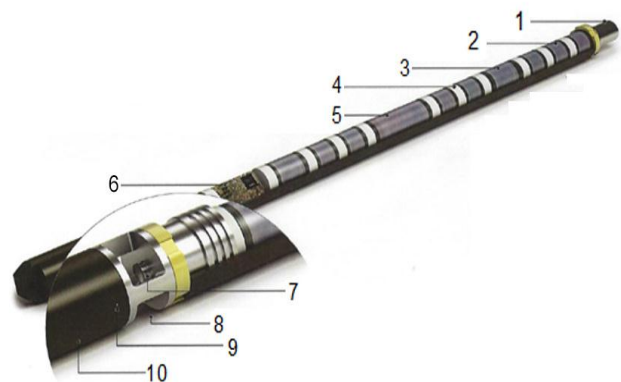
مهمترین ترین مشکلات تولید از شیل گازها عبارتند از:

1. هزینه زیاد تکنولوژی ایجاد شکاف و حفاری چاه های افقی.
2. استفاده بسیار زیاد از آب و مواد شیمیایی.

یک مخزن مکانی است از لرزش های طبیعی بهم پیوسته که توسط نیروی خارجی ایجاد می شود (ماه-خورشیدی، جزر و مد، زلزله های از راه دور) همه اینها در یک محیط بسته انحصاری اتفاق می افتد. شکل و ویژگی آنها با نام سیستم تخمین زده می شود.³ همانند آنچه پواسون اوایل قرن 19، مفهوم فرآیند پواسون را معرفی کرد یعنی فرآیند های مستقل گوناگون (چندگانه) که وقوع بعضی از پدیده های کمیاب را که در شرایط خاص اتفاق می افتد، تشریح می کند. در حقیقت این توصیف یک سیستم غیر خطی است.

پس یک سازند تولیدی می تواند به عنوان مجموعه ای از سیستم های ارتعاش (محرک غیرخطی) در محدوده کشش تعادل شناخته شود. که می توان آن را با نوسان های اجباری انجام داد. این یکی از مهم ترین ویژگی های هر محرکی است که منجر به انتقال ناچیز در آن می شود که می تواند منجر به نتایج عظیم فراوانی شود.

برای برانگیختن چنین محیطی، شما باید یک منبع غیرخطی پهنای باند ایده آل داشته باشید که از لرزش های مکرر کنترل شده است. ژنراتور پالس پلاسمایی یکی از این منابع تحریک کننده است [1].

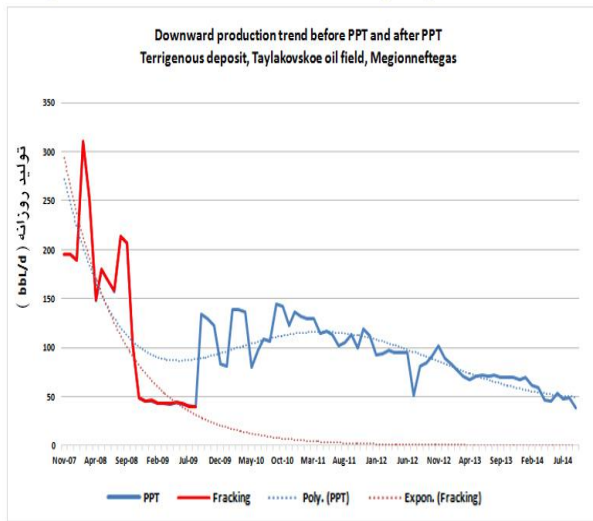


شکل 1 - ژنراتور تولید پالس پلاسمایی 1- اتصال کابل نمودارگیری 2- قسمت انتقال دهنده ولتاژ بالا 3- قسمت فشار بالا 4- خطوط انتقال 5- قسمت خازن ذخیره ای انرژی 6- قسمت کنترل دستگاه 7- الکتروود های تشعشع کننده 8- کانال پلازما 9- کانال تولید پالس پلاسمایی 10- محفظه نگهدارنده

³ Auto oscillation mode – A.A. Andronov, 1929

جریان پیدا می کند تا اینکه سعی کنیم شکافهای بزرگ ایجاد کنیم. این راز افزایش تراوایی است."

نمودار کاهش قبل و بعد از عملیات پالس پلاسمایی



شکل 2: مقایسه شکاف هیدرولیکی و پالس پلاسمایی در یک مخزن نفتی [1]

در ادامه می افزاید: "ما در روش پالس پلاسمایی بر خلاف روش های قدیمی ایجاد شکاف در سنگ، توانایی هیدروکربن برای چسبیدن به سنگ را تغییر می دهیم."

حال به صراحت می توانیم پالس پلاسمایی را به عنوان یکی از روش های ازدیاد برداشت نیز معرفی کنیم. این روش اجازه برداشت نفت تا حد 90٪ نفت اولیه را نیز به ما می دهد بعد از اینکه روش های استاندارد ناتوان از برداشت نفت و گاز بیشتر شدند.

6. مزایای استفاده از تکنولوژی پالس پلاسمایی

1. در آن از هیچ گونه مواد شیمیایی استفاده نمی شود. یک فناوری است که به راحتی قابل گسترش است و در آن از ویراتور یا دستگاه الکتریکی تولید پالس پلاسمایی و موج ضربه ای، برای کاهش گرانی و افزایش تراوایی و نیز افزایش جریان نفت و گاز استفاده می شود.

3. آلودگی آبه های سطح زمین (سفره های آبی).

4. خطر ایجاد زمین لرزه.

5. هم حوضه بودن بسیاری از مخازن گاز طبیعی و شیل گاز مشکل

هم زمانی در تولید گاز طبیعی و شیل گاز را ایجاد میکند.

6. در صورت عدم مدیریت صحیح، سیال هیدرولیکی می تواند از

طریق نشت کردن یا از طریق دیگر محیط اطراف را آلوده کند.

7. انتقال و ذخیره سازی گاز شیل یک روند مشکل و سخت است.

4. پالس پلاسمایی در مقایسه با ایجاد شکاف

هیدرولیکی

1. شکاف هیدرولیکی نیازمند مقدار زیادی آب (سیال) است و این

سیال باید به محل ایجاد شکاف برسد که این خود با هزینه قابل

توجهی همراه است.

2. مقدار زیادی مواد شیمیایی در فرآیند ایجاد شکاف دخیل است که

این مواد همگی مضر و سرطان زا هستند.

3. آلوده کردن آب های زیرزمینی یکی دیگر از مضرات شکاف

هیدرولیکی است.

همچنین می توان گفت که در مقایسه با تکنولوژی ایجاد شکاف هیدرولیکی

در یک چاه عمودی حدود 75٪ ارزاتر می باشد و در چاه های افقی بسته

به عمق لترال (جانبی) چاه تا حدود 90٪ از تکنولوژی رایج ارزاتر است.

هنگامی که به یک حمایت کننده مالی صنعتی برای یک تکنولوژی دوست

دار محیط زیست برای استخراج نفت نیازمند هستید این اختلاف هزینه ها

اولین نکته مثبت برای فروش دستگاه است. مخصوصا با رکود بهای نفت

کنونی [3].

5. یک روش غیر تهاجمی ازدیاد برداشت

"چگونه یک خواننده اپرا بدون ضربه زدن روی یک لیوان روی آن شکاف

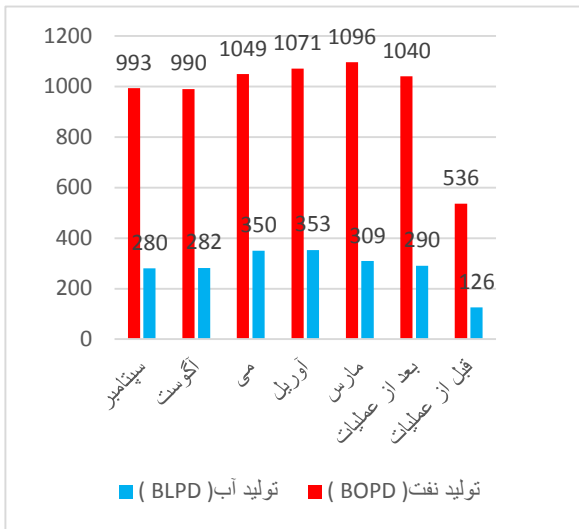
ایجاد می کند؟ چرا ساختار مولکولی شیشه شکسته می شود؟ این یک

ویژگی خاص از پدیده تشدید متوسط صدا است." پروفیسور استانکوویچ

می افزاید: " ما یک هیدروکربن را گرفته و زنجیره مولکولی آن را می

شکنیم بنابراین بسیار کوچکتر می شود و در خلل و فرج های ریزتر نیز

مخرب روی سنگ ندارند. " درباره درستی این گفته همانطور که در شکل 5 مشاهده می شود انجام عملیات هیچ گونه تخریبی روی سیمان اطراف چاه ندارد و فقط مشبک ها را از رسوبات می زداید [1].



شکل 4: مقایسه تولید نفت و آب قبل و بعد از انجام عملیات پالس پلاسمایی. روند تولیدی واقعی از چاه شماره 70 در روسیه. که شاخص بهره وری آن قبل از انجام عملیات 0.55 و بعد از عملیات 1.84 می باشد [1].



الف

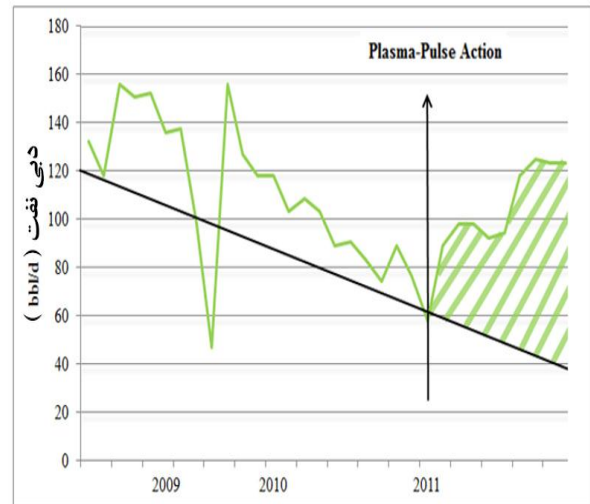


ب

شکل 5: شبیه سازی یک مخزن با لوله جداري سیمان شده مسدود شده قبل و بعد از عملیات پالس پلاسمایی الف- چاه مسدود شده توسط رسوبات قبل از عملیات پالس پلاسمایی ب- چاه بعد از انجام عملیات شبیه سازی پالس پلاسمایی [1]

افزایش در روند تولید چاه

Well № XXX8 Vatyaganskoe Field



شکل 3: مقایسه افزایش روند تولید نفت در یک چاه نفتی قبل و بعد از عملیات [1]

- بسیار ارزان است و هزینه تولید را پایین می آورد و نیاز به هیچ گونه اسید کاری و ایجاد شکاف و دیگر فرآیندهای آلوده کننده محیط زیست ندارد.
- با پالس پلاسمایی، فرآیند تحریک چاه معمولا به چند ساعت زمان و یک نفر خدمه و یک کامیون همراه با ابزار سیمی⁴ کاهش پیدا می کند. در صورتی که دیگر تکنولوژی ها مانند ایجاد شکاف هیدرولیکی به چندین روز زمان برای کامل شدن نیاز دارد.
- بعد از انجام یک بار پلاسما پالس چاه بدون درنگ به تولید باز می گردد [3].

همچنین بر خلاف این ذهنیت که می گوید ایجاد پالس های زیر زمینی بزرگ که اثرات مخرب بر روی سنگ دارد، مشاهدات خلاف گفته این افراد را ثابت می کند. پروفیسور استانکوویچ در این باره می گوید: " انرژی مورد نیاز برای فناوری پلاسما پالس نسبتا کوچک می باشد و نیز می دانیم که ماهیت پالس ها به این گونه است که فقط چند نانو ثانیه دوام می آورند در نتیجه اثر

⁴ wireline

البته این نکته را باید اشاره کرد که این تکنولوژی نیازمند به منبع تغذیه سنگین و بسیار قوی نمی باشد به دلیل اینکه می تواند در خازن ها پراثری موجود در دستگاه ذخیره شود. می توان با یک انرژی 110 ولت آن را راه انداخت و همچنین از یک ژنراتور 3500 وات همانند آنچه در دستگاه کپی وجود دارد استفاده کنیم. نه دکل های بزرگ نه کامیون های حمل شن و نه کامیون های پمپ کننده سیال در کار هست.

7. پالس پلاسمایی و ارزش پیشنهادی

همانطور که می دانید تعداد زیادی از روش های ازدیاد برداشت وجود دارد که افزایش تولید از چاه را منجر می شوند. این روش ها شامل تزریق آب، بخار یا گاز یا مواد شیمیایی می باشند که برای شستن یا جاروب کردن نفت باقی مانده از چاه مورد استفاده قرار می گیرند. این متدها همه نیازمند حرکت سیال همراه با پمپ های گران قیمت و تجهیزات ته چاهی و همراه با ماده ای که به چاه تزریق می شود است تا نهایتاً به نفت مخزن برسد. پالس پلاسمایی یک جایگزین برای همه این روش های گران قیمت است که نیازمند هزینه اولیه بسیار کم است. که از لحاظ زیست محیطی امن و هیچ ماده شیمیایی یا آب احتیاج ندارد. به چاه و سازند صدمه وارد نمی کند. و در حدود 400 چاه در سراسر جهان نیز آزمایش شده است. [1]

[1] www.novasenergy.com

[2] A.A. Molvhanov, P.G. Ageev. "Plasma Pulse Treatment on oil formations as multifactor dynamic dissipative system," "Karotazhnik" Oil service magazine, No.200, City of Tver, 2011.

[3] A.A. Molvhanov, P.G. Ageev. "New effective Technology of the accelerated development of oil wells," Eurasia, 2009.