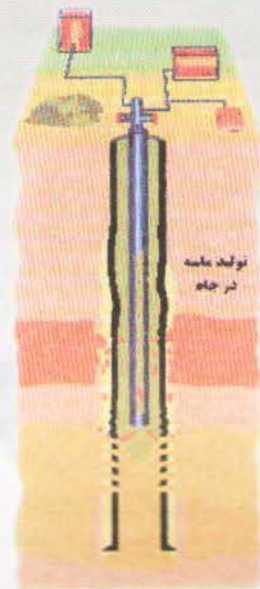


خسارت ذرات گل به مخزن در اثر حرکت از میان ریزشکست‌ها

بعضی مخازن (به‌طور شاخص کربنات‌ها) نفوذپذیری ماتریکس بسیار کمی دارند و فرایند تولید، به جریان از میان شبکه ریزشکستگی‌ها وابسته است. پهنای این شکستگی‌ها معمولاً کمتر از ۱۰ میکرون است. بسته شدن شکستگی‌ها بسیار پیچیده‌تر از بسته شدن محیط متخلخل است. اگر شکستگی‌ها بسته نشوند، ذرات ریز گل در آنها نفوذ می‌کنند و تا زمانی که با یک کیک گل پرنشود در دیواره‌های شکستگی فیلتر می‌شوند. چنین کیک گل داخلی توسط جریان نفت هنگام تولید از بین نمی‌رود و تولید به مقدار زیاد خسارت می‌بیند. چنین مخازنی بایستی با سیالی که جامدات آن قابل تجزیه باشند، حفاری شوند. ■



شکل ۵- تولید ماسه یک چاه هنگام بهره‌برداری

این مقاله خلاصه بخشی از طرح تحقیقاتی است که در دانشگاه شهید باهنر کرمان با همکاری دکتر محمد رنجبر و دکتر رضا بونسی انجام می‌شود.

- 1) Francis PA, Eigner MRP, Patery ITM and Spark ISC: "Visualisation of Drilling- Induced Formation Damage Mechanisms Using Reservoir Conditions Core Flood Testing", SPE 30088, Presented at the SPE European Formation Damage Conference, the Hague, the Netherlands, May 15-16- 1995.
- 2) George R.Gray, H.C.H. Darley, "Composition and Properties of Oil- Well Drilling Fluids", 1980.
- 3) M.T. Tweheyo, T.Holt, O.Torsaeter, "An Experimental Study of the Relationship Between Wettability and Oil Production Characteristics", 1999.
- 4) J.Carlson, D. Gurley, G.King, C.P.Smith, F.Wtters, "Sand Control: Why and How?". 1992.

خسارت سیال حفاری به ابزار تکمیل

گل، در اثر فشارهای موجی ایجاد شده توسط راندن لوله‌های مشبک، آستری‌ها و مجراوند‌های شن به درون چاه، از میان آنها جریان می‌یابد یا فیلتر می‌شود. طی این فرایند، جامدات گل به‌طور جزئی یا کامل، سوراخ‌های آنها را می‌بندند. حساسیت به خسارت ناشی از نفوذ گل، بسته به نوع عملیات و ابزارآلات تکمیل مقدار زیادی تغییر خواهد کرد.



گردآورندگان: سعید سجادیان - سیدرضا هاشمی نسب زواره (SPE)

کاربرد امواج الکترومغناطیسی در روش‌های ازدیاد برداشت از مخازن (EMH)

و پارانش نفت مخزن به سمت چاه‌های تولیدی استفاده می‌گردد. در صورتی که هدف تنها حفظ فشار مخزن باشد فاز گاز به کلاهک گازی و فاز آب به لایه آب زیرمخزن تزریق می‌گردد و اگر هدف رانش نفت مخزن به سمت چاه‌های تولیدی باشد از الگوهای مختلف قرار گرفتن چاه‌های تزریقی و تولیدی به‌منظور بهینه‌نمودن بازدهی جارویی استفاده می‌شود.

باتوجه به افزایش روزافزون برداشت از مخازن هیدروکربوری و کاهش کشف مخازن جدید، نیاز به استفاده روش‌های ازدیاد برداشت به‌منظور بالا بردن ضریب استحصال نفت، کاملاً ضروری است. روش‌های تولید از مخازن به‌طور کلی شامل دو مرحله برداشت اولیه و برداشت پیشرفته است. در روش‌های برداشت اولیه، علاوه بر انرژی طبیعی مخزن از تزریق گاز و آب به‌منظور حفظ فشار مخزن

مرحله برداشت پیشرفته

این مرحله شامل تزریق گاز به صورت امتزاجی، تزریق مواد شیمیایی، روش های حرارتی، تزریق گاز کربنیک و گازهای غنی هیدروکربوری است که راندمان میکروسکپی جابه جایی نفت توسط گاز تزریقی را بالایی برد. تزریق مواد شیمیایی شامل تزریق پلیمر، سورفاکتنت و کاسنیک است. پلیمر سبب

افزایش بازدهی حجمی می گردد، در صورتی که سورفاکتنت و کاسنیک راندمان جابه جایی میکروسکپی را افزایش می دهد. روش های حرارتی نیز به دو صورت تزریق حرارت به مخزن (تزریق بخار) و یا ایجاد حرارت در مخزن (ایجاد احتراق در مخزن) صورت می گیرد.

از جمله روش های نوین در ازدیاد برداشت برای مخازن دارای نفت نیمه سنگین و سنگین، روش **سنگین** Electro Magnetic Heating (EMH) است که از سال ۱۹۶۹ در صنعت نفت به کار گرفته شد و از آن زمان به بعد، پژوهشگران و محققان بسیاری در این زمینه چه در آزمایشگاه ها و مراکز تحقیقاتی و چه در مقیاس پیلوت، در برخی از میدان های نفتی آمریکا و کانادا به تحقیق پرداختند و به نتایج قابل توجهی (بیش از ۵۰٪ افزایش تولید) در مخازن نفت سنگین دست یافته اند.

تئوری امواج الکترومغناطیسی

اولین مشاهدات علمی اثرات الکترومغناطیسی توسط فارادی در سال ۱۸۴۵ صورت گرفت و افزایش میدان مغناطیسی را بر روی انتشار نور از داخل شیشه بررسی نمود. بعد از آن، جیمز کلارک ماکسول تئوری میدان های الکترو مغناطیسی را عرضه و ثابت کرد که امواج الکترو مغناطیسی می توانند در محیط غیرهادی نیز منتشر شوند.

با کار بیشتر بر امواج الکترومغناطیسی، وجود پدیده خود انتشاری کشف و دریافت شد که میدان مغناطیسی متغیر با زمان، میدان الکتریکی تولید می نماید و در نهایت انرژی کل انتقال یافته توسط امواج الکترومغناطیسی از حاصل ضرب برداری میدان های الکتریکی و مغناطیسی حاصل می شود.

بر اساس آزمایش های ماکسول، میدان های الکترومغناطیسی بر روی بارهای الکتریکی متحرک نیرو وارد می کنند (بارهای الکتریکی متحرکی که بتوانند در مولکول های شیمیایی تحت تاثیر این میدان ها قرار گیرند در مولکول های قبلی وجود دارند) ولی در صورتی که همپوشانی از اوربیتال ها در یک یا چند محور نامتقارن باشد، نیروی وارده نیز نامتقارن خواهد بود و باعث اعمال گشتاور بر مولکول می گردد و این گشتاور باعث چرخش مولکول و یا لرزش آن خواهد شد.

این حرکت مولکول ها با تغییر جهت میدان، تغییر جهت می دهد و تکرار آنها در فرکانس های بالا باعث افزایش انرژی مولکول شده و در نهایت تولید گرما می کند و انرژی امواج الکترومغناطیسی به انرژی گرمایی تبدیل می شود.

مهمترین مولکول که در فرآیند تحریک الکترومغناطیسی مخازن نفت تحت تاثیر این میدان ها قرار می گیرد، مولکول آب است. علاوه بر مولکول آب دیگر اجزای موجود در نفت خام نیز همچون آهن، نیکل و وانادیوم می توانند در این فرآیند موثر باشند. این فلزات پارامغناطیس بوده و به تبدیل گرما در مخزن کمک شایانی می کنند اما متأسفانه مقدار آنها در مخزن بسیار کم است علاوه بر اثرات مغناطیسی اثرات پارامغناطیسی و دیامغناطیسی در مولکول های نفت سنگین و آسفالتین و همچنین کمپلکس های وانادیوم موجود در نفت خام می توانند در تحریک الکترومغناطیسی مخازن موثر باشند. حرارت گرمایی تولیدی توسط مکانیسم های انتقال حرارت درون مخزن منتقل و پخش می شوند.

کارایی امواج الکترومغناطیسی

در EOR

همان طور که اشاره شد، فرآیند EMH از قاعده جذب انرژی الکترومغناطیسی به عنوان ابزاری برای افزایش حرارتی مواد مخزن استفاده می کند که به جنس محیطی که امواج در آن منتشر می شوند، جنس سیالات مخزن، مقدار قدرت جذب انرژی از امواج الکترومغناطیسی اجزای موجود در نفت خام و خود نفت خام، بستگی دارد.



– قابلیت به کارگیری با سایر روش‌های ازدیاد برداشت با عنایت به این که انرژی الکتریکی، منبع اصلی تولید انرژی در روش EMH است می‌توان با به کارگیری نیروگاه گازی، (از طریق سوزاندن گازهای هیدروکربوری) الکتریسته لازم را تولید کرد و در همان حال از محصولات حاصل از سوختن گازهای N_2 و CO_2 و H_2O برای تزریق به مخزن مورد نظر، استفاده نمود. ■

برای این محاسبه بدین صورت است که باید مقدار کل توان ورودی را با استفاده از مشخصات انرژی الکتریکی ورودی به دست آورد و مرحله به مرحله تلفات این توان را در طول فرآیند محاسبه کرد و در کل انرژی که باعث گرم شدن سیال مخزن و ازدیاد برداشت می‌شود، اندازه‌گیری گردد. مطالعات انجام گرفته تاکنون در زمینه استفاده از امواج فرکانس بالا به منظور ازدیاد برداشت نفت در محدوده فرکانس خاصی صورت گرفته است. علت اصلی این امر مشکلات موجود برای انتقال امواج فرکانس بالا به درون مخزن است که یکی از راه‌حل‌های اساسی آن انتقال دستگاه تولید امواج الکترومغناطیسی به درون چاه است که این امر نیاز به فن آوری پیشرفته دارد. محدوده فرکانسی مورد استفاده در این مطالعات از چند مگاهرتز شروع شده و تا ۳۰۰ مگاهرتز نیز ادامه می‌یابد. میزان افزایش دما اگرچه با فرکانس موج تحریک رابطه مستقیم دارد ولی فرکانس بهینه برای هر مخزن وابسته به نوع آن و مشخصات فیزیکی مواد سازنده آن است.

مزایای عمده این روش به شرح زیر است:

- امکان کنترل فرآیند ازدیاد برداشت توسط روش (EMH) electro magnetic heating در کل محدوده زمان فرآیند میسر است.
- سالم ماندن ساختار فیزیکی مخزن
- کاربرد موثر در مخازن نفت سنگین

قابلیت موج الکترومغناطیسی در انتقال انرژی به یک محیط، به ترکیب و ماهیت مولکولی آن محیط وابسته است که برای محاسبه مقدار انرژی جذب شده توسط مخزن از معادله زیر استفاده می‌شود.

$$P = P_0 E \times P[-\alpha(r - r_e)] \quad (1)$$

در این معادله P_0 مقدار توان ورودی، α ضریب جذب امواج الکترومغناطیسی، r شعاع مخزن و r_e شعاع تاثیر است. α به خصوصیات مغناطیسی و قطبیت محیط تشعشع بستگی دارد.

انرژی حرارتی تولیدی توسط امواج الکترومغناطیسی، به میدان‌های الکتریکی E و مغناطیسی H پدید آمده، وابسته است و برای تعیین مقدار این میدان‌ها از معادلات مربوط به پخش امواج الکترومغناطیسی درون مخزن استفاده می‌شود.

$$\nabla^2 \vec{H} = \delta^2 \vec{H} \quad (2)$$

$$\nabla^2 \vec{E} = \delta^2 \vec{E} \quad (3)$$

که این میدان مغناطیسی بر حسب تسلا و میدان الکتریکی بر حسب ولت متر است. در این معادله δ یک عدد مختلط و معادل $\delta = \alpha_0 + j\beta_0$ است که برای حل معادله برداری فوق مقادیر α_0 و β_0 عبارتند

از:

$$(4)$$

$$\alpha_0 = W \left[\frac{\mu E}{2} \left(1 + \left(\frac{\sigma}{W_E} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}} - 1 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

$$\beta_0 = W \left[\frac{\mu E}{2} \left(1 + \left(\frac{\sigma}{W_E} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}} + 1 \right]^{\frac{1}{2}}$$

سری ارزیابی مقدار بازدهی گرمایش الکترومغناطیسی اگر به ترتیب از مقدار انرژی الکتریکی ورودی شروع کنیم معادلات لازم



منابع:

- 1) Killough, J.E. And Gonzalez, J.A. "A Fully-Implicit Model For Electrically Enhanced Oil Recovery", Arco Oil and Gas Co SPE# 15605. 1986.
- 2) Pizarro. "Estimation of heat Distribution in Selective Electric Reservoir Heating" SPE# 7907, June 1980.
- 3) Wattenberger R.A. And Mc Dougal, Fw "Oil Production Response to Insitu Electrical Resistance Heating (ERH)".
- 4) Yonggi Jine, "The lab Study of Electrimagnetic Field Flowing" Jiangnan Pet. Lnst, SPE# 38693. 1997.

شماره ۲۳