Archive of SID

مجموعه مقالات سومین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی
تهران، ۲۹ خرداد ماه ۱۳۹۳ مجری: هم اندیشان انرژی کیمیا
تلفن: ۸۸۶۷۱۶۷۶ - ۰۲۱ www.Reservoir.ir

بررسی فرآیند تغییر تراوایی و تاثیر آن بر عملکرد تولیدی مخزن

مصطفی کرمی[۱]
دانشگاه آزاد اسلامی، واحد امیدیه، گروه مهندسی نفت، امیدیه، ایران
mostafa.karami3000@yahoo.com

چکیده

قابلیت نفوذ پذیری سنگ مخزن و حرکت سیال یکی ازخواص مهم سنگ مخزن به شمار می رود که در واقع خاصیتی از محیط متخلخل محسوب می شود. عوامل مختلفی می توانند بر تراوایی مخزن تاثیر گذاشته که به نوبه خود باعث تغییر در میزان تولید نفت خواهند شد. در این مقاله به بررسی عواملی خواهیم پرداخت که با تغییر تراوایی سبب کاهش یا افزایش تولید از مخزن می شوند. هم چنین اقدامات کنترلی لازم جهت رفع مشکلات موجود ارائه خواهد شد. بدین ترتیب با کنترل میزان تراوایی و علل کاهش آن می توان تولید بیشتری از مخزن را انتظار داشت.

واژه‌های کلیدی: تراوایی، آسفالتین، بازیافت، نفوذپذیری، تخلخل، سیمان شدگی

www.Reservoir.ir

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مخازن هیدروکربوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد امیدیه

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

یکی از خواص بسیار مهم مخازن هیدروکربوری، قابلیت نفوذ و حرکت یک سیال مانند نفت، گاز یا آب در آن می باشد که به عنوان نفوذ پذیری (تراوایی) تعریف می شود. نفوذ پذیری سنگ (K) خاصیتی از محیط متخلخل است که شاخص ظرفیت و توانایی سازند در عبور دادن سیالات به حساب می آید. از آنجا که این خاصیت کنترل کننده حرکت های جهت دار و دبی جریان سیالات در مخزن می باشد، یکی از مهمترین خواص سنگ می باشد. هر چه میزان نفوذپذیری سازند بالاتر باشد، نفت و گاز راحت تر در سنگ مخزن جریان می یابند و درنتیجه استخراج و تولید نفت با سرعت بیشتر و هزینه کمتری امکان پذیر خواهد بود. معمولا هر چه درجه تخلخل موثر سنگ مخزن بیشتر باشد، جریان نفت (سیال) نیز در آن راحت تر صورت گرفته و نفوذپذیری آن مخزن بیشتر است. سرعت حرکت نفت یا گاز در یک محیط متخلخل به اختلاف فشار بین دو نقطه با فاصله معین از یکدیگرنیز بستگی دارد[1].

از جمله فاکتورهایی که بر وضعیت نفوذپذیری تاثیرگذار هستند می توان مواردی مانند: ۱- شکل دانه ها ۲- تخلخل ۳- اندازه ذرات و نحوه توزیع آنها ۴- نحوه قرار گرفتن دانه ها و ۵- میزان سیمان شدگی را نام برد، که مهمترین این عوامل اندازه ذرات است که تاثیر زیادی بر تراوایی می گذارد . هر چه اندازه دانه ها کوچکتر باشد نفوذپذیری کمتر است زیرا هرچه دانه ها ریزتر باشند، مسیر عبوری نیز باریک تر و فراوان تر می شود و به همان اندازه نیز عبور سیال از درون این مسیرها به دلیل وجود اصطکاک بین سیال و مسیر دشوارتر می شود. اصطکاک میان سیال و سنگ عامل بسیار مهمی است که روی نفوذپذیری تاثیر داشته و هرچه میزان آن بیشتر باشد نفوذپذیری کمتر خواهد بود .

نفوذپذیری نیز ممکن است مانند تخلخل در یک مخزن متغیر باشد. مرغوبیت مخزن از نظر درجه نفوذپذیری می تواند تا حدودی مطابق جدول (۱) باشد.

جدول شماره ۱- درجه تراوایی مخزن

کیفیت مخزن	نفوذپذیری (k)
متوسط	۱۰ – ۱ میلی دارسی
خوب	۱۰۰ – ۱۰ میلی دارسی
خیلی خوب	۱۰۰۰ – ۱۰۰ میلی دارسی

فاکتورهایی که می توانند بر وضعیت نفوذپذیری تاثیرگذار باشند شامل موارد زیر می باشند:

۱- شکل دانه ها
۲- تخلخل
۳- اندازه ذرات و نحوه توزیع آنها
۴- نحوه قرار گرفتن دانه ها
۵- میزان سیمان

همان طور که می دانیم قانون دارسی در مخازن نفت و گاز از معادلات اساسی بوده و می توان گفت که اصول حرکت سیالات در مخازن بر پایه همین قانون استوار است . قانون دارسی بیان می کند که سرعت جریان یک سیال متجانس تراکم ناپذیر، درون یک محیط متخلخل با طول x و سطح مقطع A با شیب فشار نسبت مستقیم و با گرانروی سیال نسبت معکوس دارد یعنی داریم :

$$u = -\frac{K}{\mu} * \left(\frac{dp}{dx}\right) \qquad (1)$$

www.SID.ir

Archive of SID

سرعت جریانی (u) در این معادله سرعت واقعی نبوده بلکه سرعت ظاهری سیال می باشد و بوسیله حاصل تقسیم دبی جریان بر مساحت ظاهری یا مساحت کل سطح مقطعی از نمونه سنگ که روبرو و عمود بر جهت جریان سیال قرار دارد، تعریف می شود:

$$q = -\frac{K}{\mu} * \left(\frac{dp}{dx}\right) \quad (۲)$$

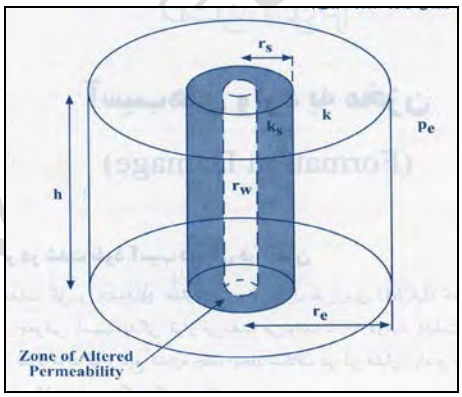
عواملی که سبب کاهش میزان نفوذپذیری مخزن می شوند شامل موارد زیر می باشند:

۱- آسیب سازند
۲- ضریب پوسته (skin)
۳- مهاجرت ذرات دانه ریز (Fine migration)
۴- تشکیل رسوبات حاصل از آب املاح دار (Scales)
۵- تشکیل رسوب آسفالتین
۶- عامل فرونشست (Subsidence) یا به تعبیری دیگر فشار ناشی از طبقات فوقانی (overburden pressure)

انواع آسیب های سنگ مخزن :

به طور کلی آسیب های وارد به مخزن بر اساس نوع ایجاد، به دو دسته طبیعی و القایی (مصنوعی) تقسیم بندی می شوند. آسیب های طبیعی آن هایی هستند که به علت تولید از مخزن ایجاد می شوند. آسیب های القایی به علت عملیاتی که روی چاه انجام می شود، به وجود می آیند. مانند حفاری، تعمیر و تکمیل چاه، عملیات انگیزش چاه(Stimulation) یا عملیات تزریق. در شکل- ۱ ناحیه آسیب دیده مخزن نشان داده شده است.

شکل- ۱ : ناحیه آسیب دیده مخزن



آسیب های طبیعی که به مخزن وارد می شوند شامل موارد زیر خواهند بود:

۱- مهاجرت ذرات
۲- متورم شدن رس
۳- جرم های رسوب کرده از آب
۴- رسوبات آلی
۵- رسوبات غیر آلی و آلی به صورت مخلوط
۶- امولسیون

www.SID.ir

Archive of SID

رسوباتی که سبب آسیب به مخزن می شوند شامل موارد زیر می باشند:

۱- کلسیت یا کربنات کلسیم ($CaCo_3$)

۲- گچ ($CaSo4.2H_{2o}$)

۳- رسوب های آهن (Iron Scales)

۴- رسوب های کلرید (Chloride scales)

۵- سولفات باریم ($BaSo_4$)

۶- رسوب های سیلیکا (Silica Scales)

از موارد ایجاد آسیب به مخزن در حین تعمیر می توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱- باکتری ها و پلیمرها

۲- محصولات جانبی قابل رسوب حاصل از واکنش اسید با سنگ مخزن و لوله های انتقال

۳- خرده های حاصل از خوردگی درون تانک های تزریق ومواد ته نشین شده درون آنها

معمولاً این آسیب ها زمانی خود را نشان می دهند که عملیات، تمام شده باشد و جریان از مخزن به چاه صورت گیرد که در این حالت ذرات ریز معلق با پل زدن، پرکردن های نا مطلوب را آغاز خواهند کرد.

به طور کلی آسیب های القایی وارد به مخزن در اثر عوامل زیر به وجود می آیند:

۱- تغییر در میزان یا نوع ترشوندگی به علت تاثیر سیال تزریقی یا سیال حفاری پایه نفتی

۲- واکنش اسید و محصولات جانبی آن

۳- باکتری ها

۴- گیر افتادن قطره های آب و مسدود کردن مسیر (Water Block)

۵- عدم سازگاری با سیالات

۶- رسوب آهن ولجن های کاتالیزه شده آهن

۷- گیر افتادن ذرات اضافه شده به سیالات تزریقی یا پلیمرها

آسفالتین رسوب کرده درون سازند به سه روش زیر باعث صدمه به سازند خواهند شد:

۱ – افزایش ویسکوزیته سیال

۲ – تغییر خاصیت ترشوندگی سنگ مخزن از ترشونده با آب به ترشونده با نفت

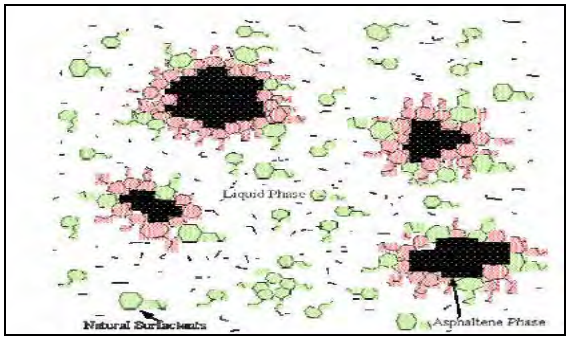
۳ – مسدود کردن حفره ها و مسیرهای جریان [2].

واکس ها و رزین ها در نفت حل می شوند در حالیکه آسفالتین ها اکثرا بصورت حل نشده و در حالت کلوئیدی باقی می مانند که در شکل-۲ نمایش داده شده است:

شکل۲ – ساختار کلوئیدی آسفالتین قبل از لخته شدن

www.SID.ir

Archive of SID



آسفالتین رسوب کرده در سازند با رسوب در سطح حفره ها و یا مسدود کردن گلوگاه های حفره ها باعث کاهش فضای حفره ها شده و در نتیجه کاهش نفوذپذیری و در پی آن کاهش تولید را باعث می شود [4].

آسیب رسیدن به سازند در اثر رسوب آسفالتین ممکن است در داخل مخزن و یا در دهانه چاه اتفاق بیفتد.

رسوب آسفالتین ممکن است به دلیل تغییر شرایط دما، فشار، تغییر اجزا و یا اثر الکتروکینتیکی (به دلیل پتانسیل جریانی ناشی از حرکت سیال) بوجود آید. از آن جایی که دمای مخزن ثابت است در نتیجه عوامل دیگر در تشکیل رسوب آسفالتین مهم تر به نظر می رسند.

تغییر در ترکیب اجزاء تشکیل دهنده نفت هم در مرحله بازیافت اولیه و هم هنگام بکار بردن روش های مختلف ازدیاد برداشت اتفاق می افتد و می تواند سبب رسوب آسفالتین گردد. آسفالتین دارای بار الکتریکی می باشد و این موضوع می تواند یکی از دلایل پایدار بودن مایسل آسفالتین، رزین باشد. همان طور که در بالا گفته شد لخته شدن آسفالتین به علت تغییر فشار، تغییر در ترکیب اجزاء و پتانسیل جریانی، ممکن است در نزدیکی دهانه چاه اتفاق بیفتد. با توجه به اینکه عمده افت فشار لازم جهت تولید در نزدیکی دهانه چاه اتفاق می افتد و نیز افت فشار ایجاد شده خصوصا برای سیال نزدیک فشار اشباع که سبب جداشدن گاز از آن می شود، می تواند باعث رسوب آسفالتین گردد. در صورتی که رسوب آسفالتین فقط در نزدیکی دهانه چاه باشد، انگیزش چاه (stimulation) می تواند باعث از بین رفتن صدمه ناشی از رسوب آسفالتین، بهبود نفوذپذیری سازند و بالا رفتن تولید گردد. در این گونه چاه ها بایستی از افزایش افت فشار تحتانی (drawdown) که سبب افزایش عمق صدمه ناشی از رسوب آسفالتین شده خودداری شود زیرا رفع این گونه از صدمات بسیار مشکل می باشد. این امر خصوصا پس از حفاری و یا تعمیر چاه که می خواهیم آن را تمیز کنیم بسیار مهم خواهد بود .[6]

آسیب های وارد شده به مخزن ناشی از اسیدکاری عبارتند از:

۱- آسیب ناشی از مواد زاید در لوله ها

۲- تغییر آب دوست بودن سنگ مخزن به نفت دوست بودن

اگر چه اسیدکاری با از بین بردن رسوبات، زمینه را برای آب دوست کردن فراهم می کند اما میزان زیاد مواد ضد خوردگی که به منظور جلوگیری از خوردگی لوله ها به اسید اضافه می شود، خود منجر به ایجاد برخی رسوبات می شود که به نفت دوست شدن سطح کمک می کند.

۳- ایجاد قطره های آب که مسیرها را مسدود می کند

۴- رسوب با پارافین و آسفالتین

۵- واکنش اسید با آسفالتین که منجر به ایجاد لجن می شود

۶- واکنش اسید با سنگ سازند که رسوباتی به جا می گذارد.

۷- رسوب حاصل از افزودنی هایی که جهت جلوگیری از آسیب یون های آهن دو ظرفیتی (Fe^{2+}) و سه ظرفیتی (Fe^{3+}) به اسید اضافه می کنند [5].

www.SID.ir

Archive of SID

هر گاه این مقادیر زیادتر از آهن موجود در جریان اسیدکاری باشد، رسوب می کنند.

بیش ترین باکتری هایی که می توانند سبب آسیب به مخزن شوند عبارتند از:

۱- باکتری های کاهش دهندهٔ سولفات
۲- باکتری های اکسید کنندهٔ آهن
۳- باکتری های تشکیل دهندهٔ جرم(Slime)
۴- باکتری هایی که به پلیمر حمله می کنند

باکتری ها، موجودات میکرو ارگانیسمی هستند که با توجه به مواد مصرفی (نفت) و محصولات جانبی که به جای می گذارند موجبات آسیب رساندن به سازند را فراهم می کنند. این باکتری ها می توانند از طریق حفاری، تکمیل، انگیزش و تعمیر، همراه با فاز آبی وارد سازند شوند. باکتری ها در محیط هایی با شرایط بسیار متفاوت رشد می کنند. این شرایط عبارتند از : محدوده دمایی ۱۱- تا بالای ۱۲۰ درجه سانتیگراد PH تا ۱۱ و درصد نمک تا ۳۰ درصد و فشار تا ۲۵۰۰۰ psi.[7]

آسیب دیدگی هایی که در طول تولید از مخزن به وجود می آیند عبارتند از (Damage During Production):

۱- مسدود شدن خلل و فرج سنگ در اثر افت فشار زیاد
۲- رسوب پارافین ها و Scale در اثر افت فشار زیاد
۳- تغییرات ترشوندگی در اثر جریان سیال در سازند
۴- تمیز کاری چاه در دبی جریان بالا (به علت حرکت ماسه و رس سازند و اسنداد خلل و فرج)

آسیب دیدگی هایی که دراثر عملیات مشبک کاری به وجود می آیند عبارتند از (Perforation Damage):

۱- وارد شدن زائدات مشبک کاری در سازند (Debris)
۲- ایجاد ناحیه فشرده شده اطراف مشبک کاری ها (Crushed Zone)

آسیب دیدگی هایی که درخلال اسیدکاری و انگیزش چاه به وجود می آیند عبارتند از:

۱- تمیزکردن حفره (Clean Up) در مجاورت سنگ مخزن و هجوم جامدات به داخل آن
۲- عدم کنترل آهن در اثر خوردگی لوله ها
۳- ایجاد لجن (Sludge)
۴- ایجاد امولسیون (Emulsion) در اثر عدم تناسب مایعات سازند با اسید.
۵- از بین رفتن فشردگی لایه های ماسه ای و ریزش آن ها (Deconsolidation)
۶- رسوب گذاری ثانویه (Secondary Precipitation)
۷- پراکندگی رس ها (Clay Dispersion)

آسیب هایی که در اثرعملیات تزریقی به مخزن وارد می شوند عبارتند از (Injection Operations):

۱- تزریق آب در سازند، نفوذ جامدات همراه با آب و رس و Scale به داخل سنگ مخزن.
۲- تزریق بخار در سازند (Steam Flood) و نفوذ جامدات همراه (Silica,Zeolites,Scale) به داخل سنگ مخزن.
۳- تزریق دی اکسید کربن (C_{O2} Flood) و ایجاد لجن (Sludge) و رسوب کربنات ها در سنگ مخزن.
۴- تزریق پلیمر (Polymer Flood) و ایجاد زائدات ژلی (Residue) و مسدود نمودن تخلخل های کوچک.

www.SID.ir

Archive of SID

آسیب دیدگی هایی که در اثر ضریب پوسته ایجاد می شوند عبارتند از (Skin damage):

ضریب پوسته (Skin) نمایانگر عددی از میزان آسیب سازند می باشد که می توان آنرا به صورت رابطه زیر (Hawkins) ارائه داد:

$$S = \left[\frac{K}{Ks} - 1\right] Ln\left(\frac{Rs}{Rw}\right) \qquad (۳)$$

که در آن:

K: نفوذ پذیری یا تراوایی طبقه

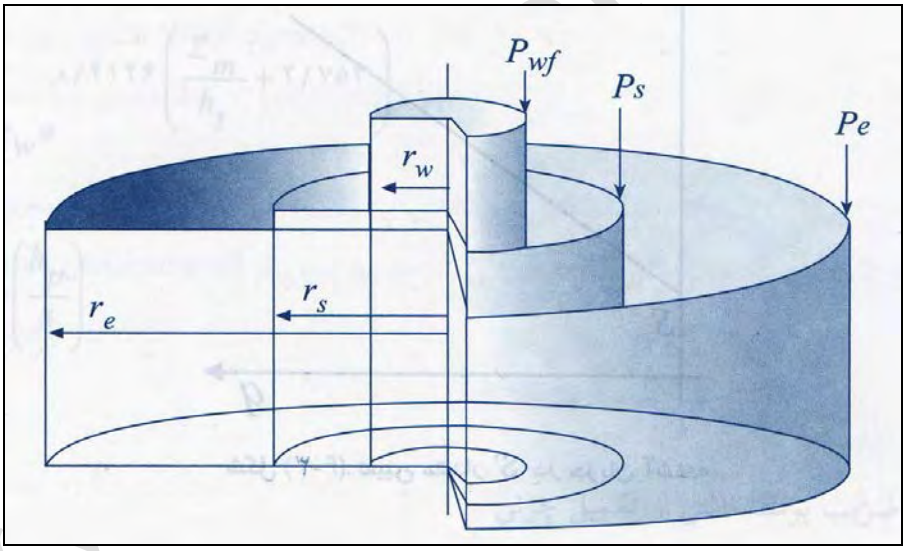
Ks: تراوایی منطقه آسیب دیده که تا شعاع Rs گسترش دارد

Rs: شعاع منطقه دگرگون شده و یا منطقه آسیب دیده

Rw: شعاع چاه

در شکل-۳ آسیب وارد به مخزن در اثر ضریب پوسته مشاهده می شود:

شکل -۳ : آسیب وارد به مخزن بر اثر ضریب پوسته



اگر سازند آسیب دیده باشد درآن (Ks<K) خواهد بود و با این تفسیر پارامتر S مثبت خواهد بود. اختلاف بیشتر بینK و Ks و نیز عمق بیشتر منطقه آسیب دیده Rs مقدار S را افزایش می دهد. در مواردی که سازند به شدت آسیب دیده باشد، میزان S می تواند خیلی زیاد باشد. در سازندی که کاملا آسیب دیده است (Ks=0) میزان S به سمت بی نهایت میل می کند. اگرچاهی اسید کاری شده باشد(Ks>K) که درآن صورت S منفی خواهد بود.

افزایش در عمق منطقه اسیدکاری شده، باعث کاهش هر چه بیشتر پارامتر S خواهد شد. ولی پارامتر S به ندرت به کمتر از ۵- می رسد. Skin هایی با مقدار فوق العاده کم تنها در چاه هایی با شکستگی های طبیعی فوق العاده یا با شکست هیدرولیکی های کاملا موفق وجود دارند.

www.SID.ir

Archive of SID

طبقات دارای شکستگیهای طبیعی نسبتا خوب، دارای Skin تا اندازه ای منفی هستند. اما اگر چاهی نه اسید کاری شده باشد و نه دارای آسیب سازند باشد و گسترش ترک ها و شکستگی ها هم زیاد نباشد، در آن صورت S در چاه برابر با صفر خواهد بود. میزان تراوایی و Skin را می توان بوسیله آزمایش (pressure transient well test) اندازه گیری نمود .

آسیب دیدگی هایی که در اثر تعمیر و تکمیل چاه به مخزن وارد می شوند عبارتند از (Completion/work over Damage):

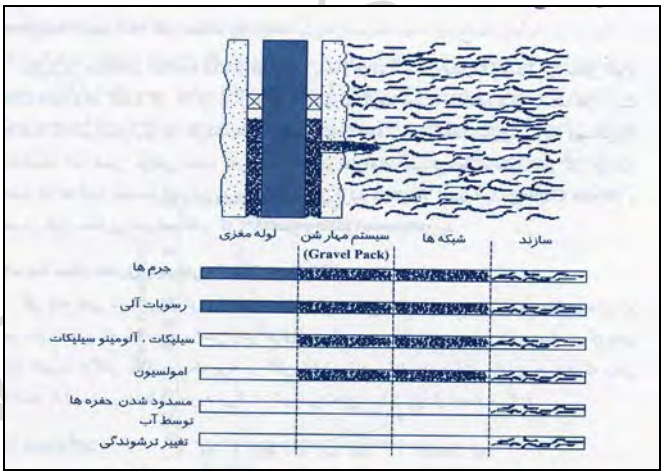
۱- نفوذ جامدات همراه سیال و زائدات پلیمری در سازند
۲- کنترل هرز روی و تغییر حساسیت سازند(Wettability ,Scales , Clays)

آسیب دیدگی هایی که در اثر فیلتر شنی به مخزن وارد می شوند عبارتند از (Gravel Packing):

۱- آسیب دیدگی مخزن به واسطه تزریق و عدم تجمع مناسب فیلتر شنی (خالی ماندن روزنه ها یا فضای بین لوله مغزی و جداری توسط شن)
۲- آسیب فیلتر به واسطه تزریق رس و ماسۀ سازند، باقی ماندن پلیمر بین فیلتر و ماسه های سازند[3] .

در شکل-۴ انواع آسیب های وارد به مخزن وعمق نفوذ آن ها نشان داده شده است.

شکل-۴ : موقعیت نفوذ انواع آسیب به مخزن وعمق نفوذ آن ها



به طور کلی می توان منابع ایجاد آسیب دیدگی سنگ مخزن را به صورت زیر دسته بندی کرد:

۱- آسیب دیدگی در اثر عملیات حفاری
۲- نفوذ جامدات گل حفاری به درون سازند
۳- پر شدن تخلخل ها به واسطه جامدات گل
۴- تزریق مایعات گل
۵- ضعیف بودن اندود گل
۶- سنگین بودن وزن گل

www.SID.ir

Archive of SID

تاثیر فشارناشی از طبقات فوقانی بر روی تراوایی

سنگهای نفت زا، که معمولا در اعماق ۲۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ فوت یافت می شوند، به طور الاستیک با فشار طبقات فوقانی تغییر شکل می یابند. اگرچه تغییر در تخلخل با فشار در تعدادی از سنگهای نمونه جزیی (کوچک) نمایان شده است، اما به نظر می رسد که این فشار طبقات فوقانی اثرات قابل توجهی روی تراوایی سنگها داشته باشد.

در آزمایشات معمولی مغزه تراوایی ها بر روی نمونه های سنگی که تحت فشار طبقات فوقانی نیستند، اندازه گیری می شوند. اگر تراوایی اندازه گیری شده در این روش متفاوت از تراوایی های اندازه گیری شده تحت فشار طبقات فوقانی باشد، یک خطای اصولی در محاسبات بهره برداری چاه به وجود می آید.

عواملی که سبب افزایش میزان نفوذپذیری مخزن می شوند عبارتند از:

هرگاه در اثر وجود یکی از عوامل مذکور سازند آسیب دیده و باعث کاهش تراوایی، افت فشار و کاهش میزان بهره دهی مخزن گردد باید با به کارگیری روش هایی نسبت به بهبود وضعیت اقدام نمود. برخی از این عوامل طبیعی شامل:

۱- شکاف

۲- گسل (fault)

۳- پدیده های ژئوشیمی

۴- انحلال

۵- ورود آب با شوری کم به مخزن و ...

انواع اسیدکاری چاه که سبب افزایش نفوذپذیری مخزن می شوند عباتند از:

از دیگر اقداماتی که جهت ترمیم آسیب وارده به سازند صورت می گیرد می توان به عملیات اسیدکاری اشاره نمود که خود در چندین حالت زیر است:

۱- شستشو با اسید (Acid washing)

۲- اسیدکاری ماتریکس (matrix Acidizing)

۳- ایجاد شکاف با اسید (fracture Acidizing)

اکثراً در چاههای نفت وگاز به علت آسیب های وارد به سازند در منطقه نزدیک چاه، نفوذپذیری کاهش می یابد. از جمله عوامل این آسیب ها گل های حفاری هستند که در هنگام حفاری با نفوذ در طبقه ایجاد آسیب می کنند. رسوبات مواد آلی و معدنی نیز از جمله این موادند. برای رفع موضوع و افزایش تولید چاه باید به درمان و انگیزش طبقات پرداخته شود.

استفاده از روش های بهینه در اسیدکاری چاه ها اثرات خوبی را در افزایش بهره افزایی چاه های نفت و گاز به دنبال خواهد داشت. عملیات اسیدکاری جهت افزایش نفوذ پذیری سنگ مخزن، مورد استفاده قرار می گیرد. این امر ممکن است باایجاد خورندگی در خود سنگ مخزن یا خورندگی در ذراتی که باعث انسداد خلل و فرج موجود در سنگ مخزن گردیده اند، انجام گیرد. هر چه خلل و فرج بیش تر به هم دیگر راه داشته باشند سیال داخل آن ها بیش تر با یکدیگر مرتبط خواهد بود و در این حالت است که نفوذ پذیری آن ها به حد بالاتری رسیده و در نتیجه عبور سیال از بین این خلل و فرج سریع تر و راحت تر انجام می گیرد[6] .

اسیدکاری یکی از روش های عمومی و پرکاربرد در فرایند انگیزش چاه می باشد. در این عملیات اسید با فشارهای متفاوت به داخل طبقات تزریق می گردد تا با حل نمودن و خارج کردن گیرها و نیز گشاد نمودن مجراهای موجود باعث بهبود تراوایی سازند و به تبع آن افزایش نرخ تولید گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

اما باید گفت در هیچ کتاب یا مرجعی نمی توان اسیدکاری را به صورت مراحل مشخص و ثابت ارائه داد. پارامترهای موثر در نتیجهٔ عملیات اسیدکاری فوق العاده پیچیده در ارتباط نزدیک با هم هستند یکی از بزرگترین مشکلات در طراحی عملیات اسیدکاری تعیین میزان این پارامترهاست که عموماً با خطاهای فاحشی نسبت به مقدار واقعی آنها انجام می گیرد. تغییر بسیاری از این پارامترها در طول اجرای عملیات اسیدکاری که باعث تصحیح مداوم طراحی اسیدکاری در طول اجرا می شود، یکی دیگر از مشکلات اجرای این عملیات است که نیازمند تخصص و تجربهٔ فراوانی است. کوچکترین اشتباه در طول فرایند طراحی اجرا و ارزیابی اسیدکاری می تواند براحتی نتیجه معکوس از عملیات به دست دهد[7].

لازم به ذکر است که در برخی روش های ازدیاد برداشت مخازن مانند روش های حرارتی نیز تزریق بخار (steam injection) می تواند به بهتر شدن وضعیت نفوذپذیری مخزن کمک نماید.

نتیجه‌گیری

همان طور که گفته شد عوامل مختلفی نظیر اسیدکاری، تزریق بخار، شکاف، گسل، انحلال، پدیده های ژئوشمیایی و ... بر روی نفوذپذیری مخزن تاثیر مثبت گذاشته و عواملی نظیر رسوب آسفالتین، آسیب دیدگی در خلال تعمیر و تکمیل چاه، وجود بعضی باکتری های مضر، فشارناشی از طبقات فوقانی، آسیب به سازند، مشبک کاری ناصحیح، اسیدکاری و انگیزش نامطلوب، ضریب پوسته و ... تاثیر منفی بر تراوایی مخزن خواهد داشت. البته بعضی عوامل نظیر اسیدکاری، انحلال و مشبک کاری اگر به صورت صحیح انجام شوند تاثیر مناسبی بر نفوذپذیری مخزن خواهند گذاشت و در صورت اتخاذ و انجام روش ناصحیح تاثیر معکوس بر نفوذپذیری خواهند داشت. از این رو با دقت در انجام عملیات، از ابتدای حفاری تا زمان تولید و پس از آن می توان از بروز آسیب به سازند و در نتیجه کاهش تراوایی مخزن که نتیجه آن کاهش بازیافت نفت خواهد بود اجتناب نمود.

تشکر و قدردانی

از خدای منان تشکر می کنم که مرا اندیشه عطا فرمود تا بیندیشم و قدرت داد تا اندیشه ام را بنگارم. از مهندس اورکی و مهندس بهزادی که در تهیه این مقاله به بنده کمک کردند، هم چنین از پدر و مادرم، و در پایان از همسر مهربانم خانم صالحی کمال تشکر را دارم.

مراجع

[1] Mosavi- Dehghani,S.A., Riazi, M.R., Vafaie- sefti ,M, Mansoori , G.A , " An analysis of methods for determination of Onset of asphaltene phase separation " , journal of petroleum science and technology Vol. 42(2004) 145- 156 .
[2] Ali, M.A., and Islam, M. R., 1998, " The effect of asphaltene precipitation on Carbonate-Rock Permeability: An Experimental and Numerical Approach, " SPEPF,13(8),PP. 178- 183 .
[3] Leontaritis, K.J., Arnaefule, J.O. and Charles, R.E., "A Systematic Approach for the Prevention and Treatment of Formation Damage Caused by Asphaltene Deposition," SPE Production and facilities , August 1994 , p. 154 .
[4] Leontaritis , k.j. " PARA- based (paraffin- Aromatic- resin- asphaltene) reservoir oil characterization " SPE paper No. 37252 , SPE international symposium on oilfields chemistry , February 18-21,1997, Houston, texas .
[5] Ohen , H.A., Moreno, T., Marcano , D. , Acusta , A., Mengual , R.Gil, j.,Velasquez , A. Daneshjou , D., Lenotaritieis, K. and Holmgren , M. ," systematic formation damage evaluation of EL Furrial Field " SPE paper 54722, May 1999 .
[6] Fundamentals of Rock properties for oil and gas Reservoirs. , volume 1. By: M. Adelzadeh.
[7] Fundamentals of Production Engineering. , volume 1. By: M. Adelzadeh.

www.SID.ir