Archive of SID

مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی
۷ خرداد ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
مجری: هم اندیشان انرژی کیمیا ۸۸۶۷۱۶۷۶ – ۰۲۱
www.Reservoir.ir

طراحی و بهینه سازی سیستم فرازآوری با گاز جهت افزایش دبی نفت یکی از چاه‌های نفتی ایران

Increasing of Oil Rate by Design and Optimization of Gas Lift system in one of Iranian Oil Reservoir

کریم حمید[۱] و سجاد ربانی فرد[۲]

[۱]کارشناس ارشد مطالعات مخازن، شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب hamid.k@nisoc.ir
[۲]مهندس مطالعات مخازن، شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب ایمیلRabbanifard.s@nisoc.ir
اهواز، شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب، مهندسی نفت، اداره مطالعات مخازن-

چکیده

با کاهش فشار در مخزن و بدنبال آن کاهش دبی نفت، سیستم های فرازآوری مصنوعی به عنوان یکی از مهمترین گزینه های افزایش تولید، مورد استفاده قرار می گیرند. در این پژوهش، بمنظور افزایش دبی نفت یکی از چاه های مناطق نفتخیز جنوب، با استفاده از نرم افزار Prosper و روش آنالیز نقطه ای، سیستم فرازآوری با گاز طراحی و بهینه سازی شده است. میزان تولید طبیعی چاه مورد مطالعه (bbl/day) ۴۱۰۰ می باشد. با توجه به سیلاب زنی آب در این مخزن و افزایش چشمگیر میزان برش آب از ۱۵٪ به ۴۰٪، دبی نفت به (bbl/day) ۲۱۰۰، کاهش یافته است. بنابراین با در دسترس بودن گاز از مخازن گازی مجاور، روش فرازآوری با گاز گزینه ی مناسبی می باشد که با طراحی و بهینه سازی این سیستم، میزان دبی نفت تولیدی در حدود ۵۰٪ افزایش می یابد.

www.SID.ir

Archive of SID

۱ – مقدمه

با پیشرفت روزافزون تکنولوژی و غیرقابل بازگشت بودن ذخایر نفت وگاز، لزوم بررسی و ارائه راهکاری مناسب جهت استفاده بیشتر و بهینه از این منابع بسیار حائز اهمیت می باشد.

در ابتدای استخراج، نفت با فشارطبیعی مخزن در ستون چاه حرکت کرده و خود را به سطح می رساند. با کاهش فشار مخزن، تولید نفت با مشکل مواجه شده، که نیاز به یکسری تجهیزات و راهکارهای جدید، جهت تولید نفت به سطح می باشد که می توان از روشهای فرازآوری مصنوعی استفاده کرد. فرازآوری مصنوعی به دو صورت: پمپهای درون چاهی و عملیات فرازآوری با گاز تقسیم می شود که در روش فرازآوری با گاز، برای بالا آوردن نفت موجود در چاه، از تزریق گاز پر فشار استفاده می شود. فشار مخزن آنقدر است که ستون نفت را تا ارتفاع معینی در چاه بالا می آورد، این ارتفاع، ارتفاع هیدرواستاتیکی نفت نامیده می شود[1].

مکانیزم تولید در این روش شامل: کاهش گرادیان سیال موجود در چاه (کاهش چگالی نفت)، ایجاد انرژی ناشی از انبساط گاز و بدنبال آن کاهش فشار ته چاهی می باشد. از مزایای این روش می توان به: پایین بودن هزینه ابزار درون چاهی در مقایسه با پمپ، به کارگیری در چاههای انحرافی و قطر کم، کنترل تولید از سطح، عدم محدودیت استفاده در چاههایی که تولید شن و یا میزان گاز محلول بالایی دارند می توان اشاره کرد[2,3].

– تعریف آنالیز نقطه ای:

آنالیز سیستم به منظور محاسبه دبی و فشار در یک نقطه خاص می باشد. محیط های مختلفی وجود دارند تا سیال به سطح برسد، این محیط ها شامل مخزن، چاه، چوک، تفکیک کننده ها و غیره می باشند. در آنالیز نقطه ای، نقاطی که محیط جریان سیال عوض می شود به عنوان Node شناخته شده و معادلات جریان براساس این نقاط رسم می گردد که مهمترین آن فشار ته چاهی و سرچاهی می باشند[4].

۲–مراحل طراحی

طراحی و بهینه سازی سیستم فرازآوری با گاز برای چاه مورد نظر بوسیله ی نرم افزار Prosper انجام گرفته است[5]. ابتدا با توجه به داده های PVT سیال مخزن، اطلاعات عمومی چاه و تست Multi-Rate، نمودارهای IPR و VLP ترسیم می شود. داده های PVT سیال مخزن از جمله: فشار نقطه حباب، ضریب حجمی نفت سازند و نسبت گاز محلول به نفت با رابطه تجربی Glaso، و ویسکوزیته نفت با رابطه Beggs تطبیق داده شده است. در ادامه با در نظر گرفتن فشار مخزن، میزان آب تولیدی و فشار سرچاهی، میزان دبی طبیعی چاه محاسبه می گردد. سپس با طراحی و بهینه سازی سیستم Gas-Lift ، میزان افزایش دبی تولید نفت، دبی بهینه تزریق گاز و عمق تزریق محاسبه می گردد.

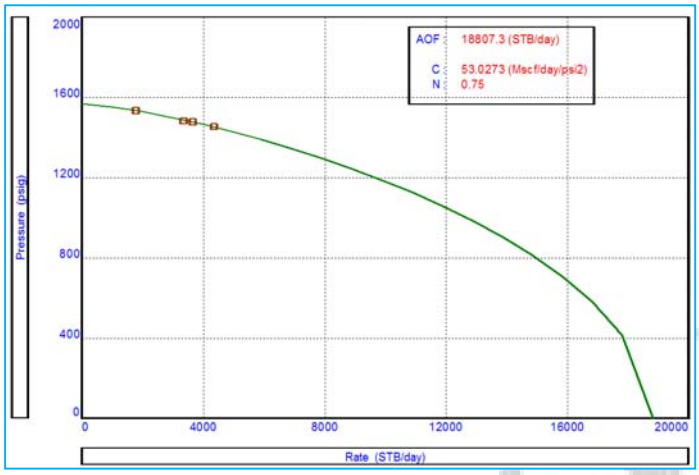
۲–۱–رسم نمودار IPR و VLP

نمودار IPR از داده های تست چندگانه و با مدل Fetkovich (معادله ۱) رسم شده است. (شکل ۱)

$$q = c^{*}(p_r^2 - p_{wf}^2)^n \quad \text{.....(1)}$$

www.SID.ir

Archive of SID

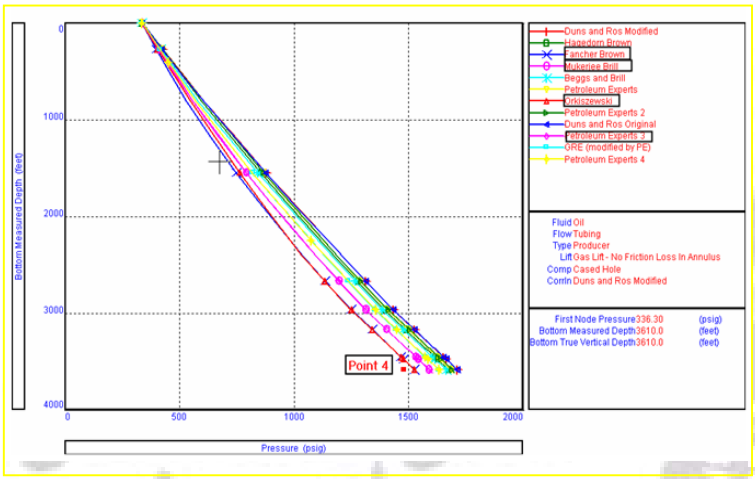


شکل ۱: نمودار IPR بدست آمده از معادله Fetkovitch

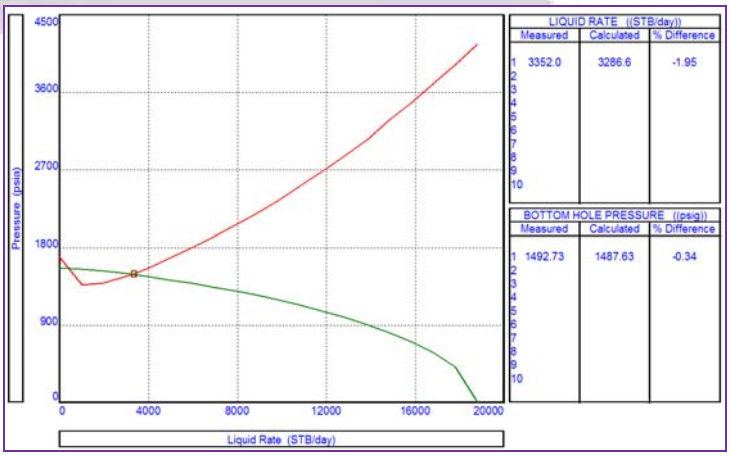
در ادامه، با استفاده از معادلات چند فازی افت فشار درون لوله مغزی، نمودارهای فشار برحسب عمق رسم می گردد که Orkizewski بهترین معادله ای است که می تواند شرایط افت فشار درون چاه را مدلسازی کند (شکل۲). در شکل ۳، رسم همزمان نمودارهای IPR و VLP براساس فشار ته چاهی نمایش داده شده، که محل برخورد آنها، دبی طبیعی چاه را نشان می دهد. تا این مرحله چاه مدل سازی شده است که می توان حساسیت سنجی پارامترهای مختلف از قبیل: فشار مخزن، میزان برش آب، میزان گاز محلول، قطر چاه و غیره را بر روی مدل انجام داد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲: نمودار فشار-عمق در لوله مغزی



شکل ۳: نمودار IPR و VLP

۲-۲- طراحی سیستم فرازآوری با گاز

جدول شماره ۱ شرایط طراحی را نشان می دهد. با توجه به فشار تزریق گاز در دالیز و گرادیان فشار نفت در لوله مغزی، نقطه تزریق گاز در عمق ۳۳۲۰ فوتی مشخص گردیده است. در ادامه، تاثیر دبی تزریق گاز که باعث تغییر افت

www.SID.ir

Archive of SID

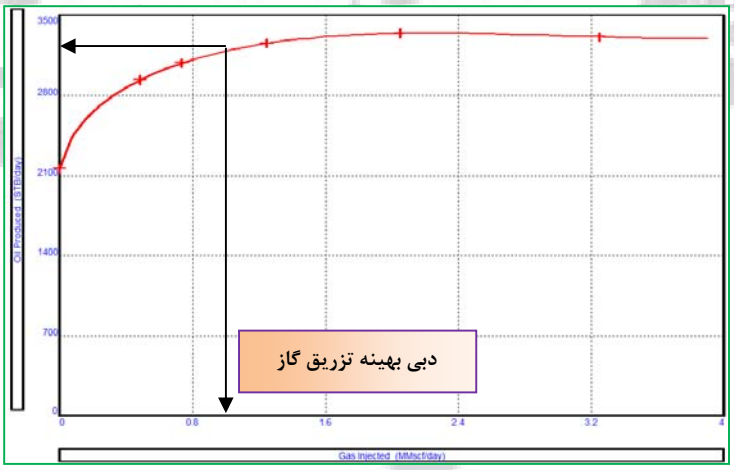
فشار درون چاه و به تبع آن، میزان دبی تولیدی نفت می شود را مورد بحث و بررسی قرار داده و دبی بهینه تزریق گاز، مشخص می گردد.

جدول ۱: اطلاعات چاه و مخزن

فشار مخزن	۱۵۸۲ Psi	میزان برش آب اولیه	٪۱۵
دمای مخزن	۱۴۵ °F	میزان برش آب ثانویه	٪۴۰
قطر لوله مغزی	۳/ ۵ in	فشار تزریق گاز	۱۴۰۰ Psia
چگالی نفت	۲۱ API	فشار نقطه حباب	۱۴۹۲ Psia
فشار سر چاه	۲۰۰ Psi	نسبت گاز محلول به نفت	۲۳۲ (scf/stb)

۳-۲ تاثیر دبی تزریق گاز بر روی دبی تولید نفت

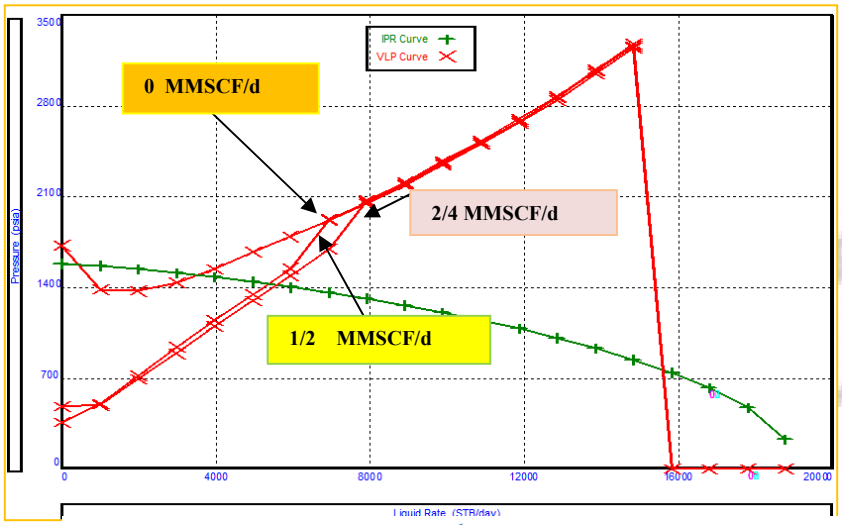
با توجه به شرایط عملیاتی، گاز با فشار ۱۴۰۰ Psi و در عمق ۳۳۲۰ فوتی از دالیز وارد ستون نفت می شود. با افزایش تزریق گاز افت فشار ناشی از چگالی و اصطحکاک به ترتیب کاهش و افزایش می یابد در نتیجه فشار ته چاه تا یک نقطه خاص کاهش و سپس افزایش پیدا می کند که دبی تولید نفت ابتدا افزایش و سپس کاهش می یابد (شکل۴). تاثیر این عوامل بر روی نمودار VLP در شکل ۵ نشان داده است.



شکل ۴: نمودار عملکرد سیستم فرازآوری با گاز

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵: تاثیر دبی تزریق گاز بر روی نمودار VLP

با توجه به جدول ۲، با تزریق (MMScf/d) ۲/۴ گاز دبی تولیدی نفت STBD ۱۲۲۸ افزایش یافته است که با افزایش میزان تزریق گاز از این مقدار، میزان دبی نفت کمتر می شود، از طرفی با تزریق گاز بمیزان (MMScf/d) ۱/۲ فقط STBD ۱۰۰ نفت کمتر تولید می شود که تزریق این مقدار گاز از لحاظ اقتصادی و نوع کمپروسور، مقرون به صرفه تر می باشد.

دبی تزریق گاز (MMscf/d)	دبی گاز (MMScf/D)	دبی نفت (STB/D)	دبی آب (STB/D)	ΔP اصطکاک (Psi)	ΔP چگالی (Psi)	درصد افزایش دبی نفت	فشار ته چاه (Psi)
0	0/492	2119	1413	134	1155	-	1495
0/75	0/71	3067	2044	338	883	44%	1438
1/2	0/747	3219	2146	407	800	51%	1427
2/4	0/77	3347	2231	549	638	57%	1419
4	0/75	3244	2162	635	546	53%	1426

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه گیری

۱- در طراحی سیستم فرازآوری با گاز، محیط چاه مورد بررسی قرار می گیرد که بر طبق آنالیز نقطه ای، فقط باعث تغییر در نمودار VLP می شود نه IPR .

۲- افزایش میزان برش آب به بالاتر از ٪۴۰، باعث افزایش فشار ته چاهی شده و دبی تولیدی تقریبا به نصف کاهش پیدا می کند که نیاز چاه به استفاده از فرازآوری با گاز را فراهم می سازد.

۳- در طراحی سیستم gas lift، فقط یک دبی بهینه تزریق گاز وجود دارد که در آن بیشترین نفت حاصل می شود که اگر دبی تزریق گاز از این مقدار بیشتر شود، به علت افزایش افت فشار ناشی از اصطکاک، میزان دبی نفت کاهش می یابد.

۴- از لحاظ تئوری، تزریق (MMScf/d) ۲/۴ از گاز، دبی بهینه می باشد ولی از لحاظ اقتصادی، بمنظور کاهش هزینه های تزریق از جمله: نوع کمپروسور و میزان گاز تزریقی قابل دسترس، دبی بهینه تزریق (MMScf/d) ۱/۲می باشد.

۵- با طراحی سیستم گازرانی، دبی نفت به میزان ۱۲۲۰ بشکه در روز افزایش می یابد که می تواند از لحاظ اقتصادی بسیار حائز اهمیت باشد.

پیشنهادات :

۱- شرایط تشکیل هیدرات برای گاز تزریقی، بایستی مورد بررسی قرار گیرد.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از شرکت ملی نفت و همچنین شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب جهت حمایتهای مربوطه سپاسگذاری می گردد.

منابع:

[1] T. Tokar, Chevron, Z. Schmidt, University of Tulsa, SPE, and C. Tuckness, Halliburton Energy Services, "New Gas Lift Valve Design Stabilizes Injection Rates: Case Studies", SPE 36597, 1996.

[2] Ali Hernandez, SPE, PDVSA Intevep; Cesar Perez, Balmiro Villalobos, Anali Romero, PDVSA EP; Sam Wildman, Altec Inc. , "New Gas-Lift Pilot Valve Increases Gas-Lift Efficiency", SPE 69402, 2001.

[3] Boyun Guo, William C. Lyons, Ali Ghalambor, "Petroleum Production Engineering a Computer-assisted approach", 2007.

[4] Exploration & Production Department American Petroleum Institute, "Gas Lift Book 6 of Vocational Training Series", Third Edition, 1994.

[5] Integrated Production Modeling PROSPER User Guide, 2005.

www.SID.ir