

مقاله کوتاه

مطالعه اثر فشار همه جانبه بر مقاومت ویژه الکتریکی سنگهای

مخازن هیدروکربنی

جمشید رودساز

مرکز مطالعات و پژوهشهای اکتشاف و تولید، پژوهشگاه صنعت نفت

چکیده

سنگها و یا در این زمینه انجام شده است. در این مطالعه، اثر فشار بر ضریب سیمان شدگی و مقاومت ویژه الکتریکی سنگهای کربناته و ماسه سنگی با بافت ویژگیهای متفاوت مورد ارزیابی قرار گرفته است.

مقاومت ویژه الکتریکی سنگهای مخازن هیدروکربنی، یکی از عامل های مهم در محاسبات مربوط به درصد اشباع آب و نفت مخازن کربناته و ماسه سنگی است. مطالعات، بیشتر در خصوص اثر فشار بر مقاومت ویژه الکتریکی بر روی ماسه

The Study of Effect of Confining Pressure on Electrical Resistivity of Hydrocarbon Reservoirs Rocks

J. Roodsaz

Research Institute of Petroleum Industry

P.O.BOX: 18745-4163, Tehran, Iran

ABSTRACT

The Electrical resistivity of hydrocarbon reservoir rocks is an important parameters in the calculation of water and oil saturation percent in both carbonate and sandstone reservoir rocks.

In this regard, most studies have concentrated on the Confining pressure on

اندازه گیری آزمایشگاهی مقاومت الکتریکی سنگ های مخازن به دست می آید. [۱]. بیشتر مطالعات انجام شده بر

مقاومت ویژه الکتریکی و ضریب سیمان شدگی بر روی سنگها در شرایط آزمایشگاه بوده است [۲,۳] و در خصوص اثر فشار بر عوامل مذکور مطالعاتی نیز بر روی ماسه سنگها و یا نمونه هایی از این گونه انجام شده است [۴,۶] و نتایج اغلب این

cementation factor and electrical resistivity in sandstone reservoir rocks. In this study the effect of confining pressure on cementation factor and electrical resistivity of different textures carbonate and sandstone rocks is evaluated.

مقدمه

مقاومت ویژه الکتریکی یکی از عامل های پتروفیزیکی مخازن هیدروکربنی است که کاربرد فراوانی را در چاه پیمایی و نیز مطالعات آزمایشگاهی برای ارزیابی و تعیین میزان درصد اشباع سیالات موجود در سنگ مخازن دارد. در رابطه آرچی $F = \frac{Ro}{Rw} = \frac{1}{\Phi^m}$ ، ضریب سیمان شدگی از نتایج

پمپ هیدرولیکی به مغزه نگه‌دار و مغزه منتقل می‌شود. برای انجام آزمایش‌ها، نخست، مغزه توسط حلال مناسب مورد عمل قرار گرفته و سیالات درون آن استخراج می‌شود و پس از خشک کردن، با دستگاه اشباع‌کننده با آب سازند، صد درصد اشباع می‌شود، سپس مقاومت الکتریکی آنها توسط سیستم سنجش مقاومت الکتریکی اندازه‌گیری می‌شود، آزمایش‌ها بر روی مغزه‌های کربناته و ماسه سنگ با بافت و تخلخل متفاوت از فشار ۱۰۰۰ الی ۴۰۰۰ Psi انجام شد. در هر مرحله از فشار تا رسیدن به تعادل، زمان لازم برای اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی در نظر گرفته شد.

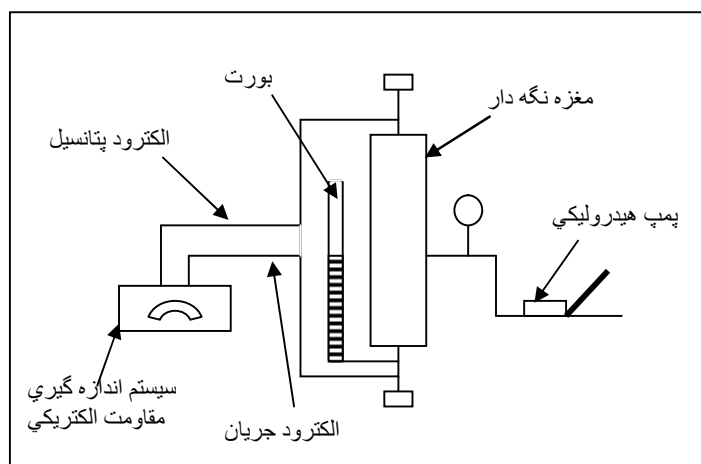
بحث

در جدول ۱ خواص پتروفیزیکی نمونه‌های مورد مطالعه کربناته و ماسه سنگ با بافتها و کمیت تخلخل متفاوت که مورد آزمایش قرار گرفته‌اند نشان داده می‌شود. نمونه‌های کربناته نا همگون با درجه سیمان‌شدگی متغیر، که سیستم تخلخل کمیت درجه سیمان‌شدگی را در آنها کنترل می‌کند. نمودار ۲، اثر فشار بر ضریب سیمان‌شدگی برای بافت‌های Dolostone و Intergranular را نشان می‌دهد.

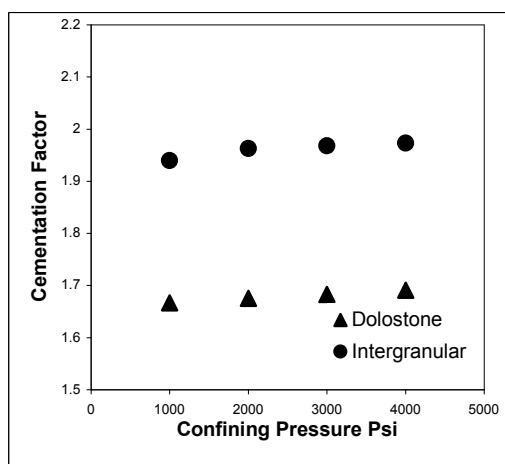
مطالعات، افزایش ضریب سیمان‌شدگی در ماسه سنگها را با افزایش فشار، نشان داده‌اند که این افزایش را بیش از کاهش تخلخل در اثر فشار گزارش کرده‌اند [۷]. مطالعات دیگر افزایش مقاومت ویژه الکتریکی و ضریب سیمان‌شدگی در اثر افزایش فشار، عموماً ناشی از تغییر در ساختمان منافذ و مجاری ارتباطی در ماسه سنگها مطرح شده است و نیز عامل تغییر در عامل‌های مذکور را در اثر تغییر ضریب انقباض سنگ نشان داده‌اند [۸].

آزمایش‌ها

نمودار ۱ شمای دستگاه اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی سنگ مخازن را نشان می‌دهد، که از یک مغزه نگه‌دار به قطر یک و نیم اینچ تشکیل شده که مغزه‌های با قطر و طول معین در آن قرار داده می‌شود و توسط الکترودهای هادی جریان الکتریکی، جریان به مغزه صد درصد اشباع شده با آب سازند انتقال داده می‌شود. جریان الکتریکی پس از عبور از منافذ و مجاری سنگ توسط الکتروود گیرنده، دریافت می‌شود و مقاومت الکتریکی سنگ، توسط سیستم مقاومت‌سنج که در مدار قرار دارد ثبت و گزارش می‌شود، فشار لازم توسط

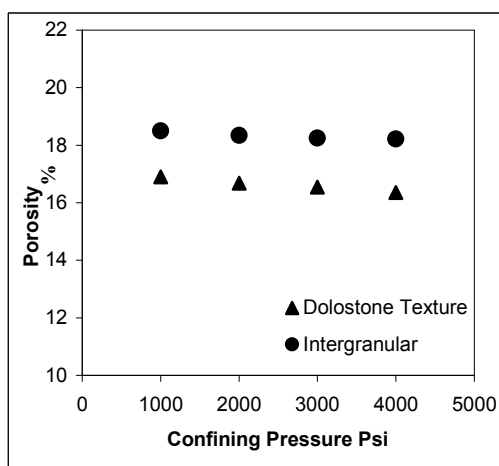


نمودار ۱- دستگاه اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی



نم

دوار ۲- اثر فشار همه جانبه بر ضریب سیمان شدگی برای بافت‌های Dolostone و Intergranular



نمودار ۳- اثر فشار همه جانبه بر تخلخل بافت‌های Dolostone و Intergranular

جدول ۱- خواص پتروفیزیکی نمونه‌های مورد مطالعه

نوع سنگ	درصد تخلخل	نوع بافت
Carbonate	۷/۳۵	Packstone
Carbonate	۱۲/۰۵	Wackstone
Carbonate	۸/۲۱	Mudstone
Carbonate	۱۷/۰۶	Dolostone
Sandstone	۱۸/۵۶	Intergranular

برای هر دو نوع بافت، تغییرات ضریب سیمان شدگی در اثر افزایش فشار حداکثر ۰/۰۳ واحد است که قابل توجه نمی‌باشد و این تغییرات در مقایسه با اثر فشار بر تخلخل (نمودار ۳) برای دو بافت مورد مطالعه متفاوت است، برای بافت Dolostone اثر فشار بر تخلخل قابل ملاحظه است به طوری که تغییرات تخلخل برای این بافت به ۰/۵ واحد می‌رسد و این می‌تواند در اثر افزایش ضریب انقباض و تراکم قابل توجه این بافت باشد. در نمودار ۴، اثر فشار بر ضریب سیمان شدگی برای سایر بافت‌ها مورد مطالعه قرار گرفته است. در بافت‌های مذکور نیز تغییرات ضریب سیمان شدگی با فشار قابل ملاحظه نمی‌باشد. میزان تغییرات تخلخل با فشار (نمودار ۵) برای بافت‌های مذکور، حداکثر ۰/۴ واحد است. برای بافت‌های فوق میزان کاهش کمیت تخلخل بیش از افزایش ضریب سیمان شدگی در اثر افزایش فشار می‌باشد.

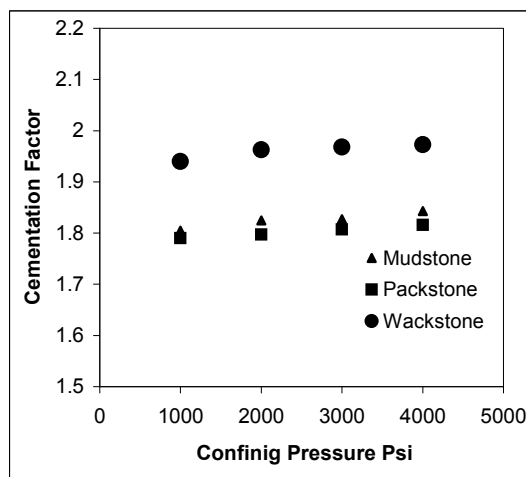
نتیجه گیری

آزمایش های انجام شده برای نمونه های مغزه با سیستم تخلخل نتایج متفاوتی را نشان می دهد.

۱- در همه بافتهای نمونه سنگهای مورد مطالعه، تغییرات مقاومت ویژه الکتریکی و ضریب سیمان شدگی در اثر افزایش فشار قابل ملاحظه نمی باشد.

۲- کاهش کمیت تخلخل در اثر افزایش فشار برای بافتهای متفاوت، متغیر است.

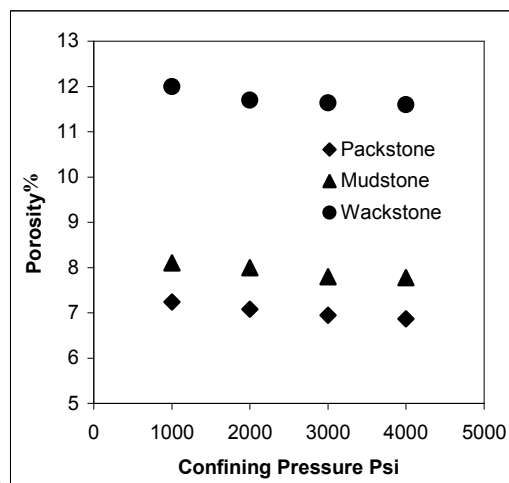
۳- کاهش کمیت تخلخل در اثر افزایش فشار برای بافتهای متفاوت بیش از افزایش ضریب سیمان شدگی در اثر افزایش فشار است.



نمودار ۴- اثر فشار همه جانبه بر ضریب سیمان شدگی برای بافتهای Packstone, Mudstone, Wackstone

فهرست علائم

F	ضریب مقاومت ویژه الکتریکی سازند
R_0	مقاومت ویژه سنگ با صد درصد اشباع آب سازند
	مقاومت ویژه آب سازند
	R_w ضریب سیمان شدگی
m	
Φ	تخلخل سنگ



نمودار ۵- اثر فشار همه جانبه بر تخلخل برای بافتهای Packstone, Mudstone, Wackstone

منابع

- [1] Archie, G.E.: The Electrical Resistivity Log as an Aid in Determining some Reservoir Characteristics, Trans, AIME (1942)
- [2] Swanson, B.F.: Rationalizing the Influence of Crude wetting on Reservoir fluid flow with Electrical Resistivity Behavior JPT (Aug.1980)
- [3] Rasmus, J.C.: A summary of the Effects of Various pore Geometries and their wettabilities on measured and IN-situ values of cementation and saturation Exponents Annual Logging symposium Houston(June 1986)
- [4] Fatt, I.: Effects of overburden and Reservoir pressure on Electrical Logging formation factor AAPG Bulletin(Nov. 1957)
- [5] Redmond, J.C.: Effects of simulated overburden pressure on some selected sandstones paper SPE 10548
- [6] Brace, W.F., Orange, A.S., and Madden, T.R.: The Effect of pressure on the Electrical Resistivity of water saturated crystalline Rocks J.Geophy. Res. (1965)
- [7] Brace, W. F. and Orange, A.S.: Further studies of the Effects of pressure on Electrical Resistivity of Rocks J. Geophys. Res.(1968)
- [8] Timer, A., Hempkins, W.B., and Worthington, A.E.: porosity and pressure Dependence of formation Resistivity factor for sandstones, Formation Evaluation symposium May (1972)