بنام خدا

جزوه چاه پیمایی و حفاری تهیه شده در دانشگاه آزاد

استاد مهندس جلادمحمدی

OILMAN

OilManGroup.ir

مرجع دانلود رایگان جزوات مهندسی نفت

مقدمه

چاه پیمایی: عبارت است از ثبت پارامترهای مختلف سنگ شناسی بر حسب عمق در سازندهایی که چاه از آن حفر می شود

به طور کلی چاه پیمایی در طول حفر چاه و یا پس از حفر چاه و یا لوله گذاری انجام می شود

چاه پیمایی تقسیم بندی های مختلفی دارد

۱- از نظر دسته به دو نوع تقسیم می شود
- ۱- Passive مستقیم ویژگی را اندازه گیری می کند
- ۲- active غیر مستقیم ویژگی را اندازه گیری می کند

۲- از نظر نوع عملیات به دو دسته تقسیم می شوند
- Wireline: ابزار توسط کابل وارد چاه می شوند
- logging while drilling (LWD): در چاه های افقی بسیار زیاد استفاده می شود

اهداف چاه پیمایی:

۱- تعیین لیتولوژی ۲- تعیین تخلخل ۳- تعیین Permeability (k) ۴- تعیین مقاومت ویژه آب و سازند

۵- تعیین میزان اشباع آب و غیره

مفاهیم کلی:

از نخستین زمین شناسی مسئله اصلی تعیین ترکیب سنگ هاست که از این تفسیر داده های چاه پیمایی

به آن دست می یابیم در چاه پیمایی معمولاً ۳ دسته جاذبه عمده سنگ ها به دست تقسیم می شوند ۱- هیدروکربن ۲- آب

عمده اطلاعاتی که از محیط زیر زمین به دست می آید عبارتند از ۳ مورد زیر

www.bmi.ir

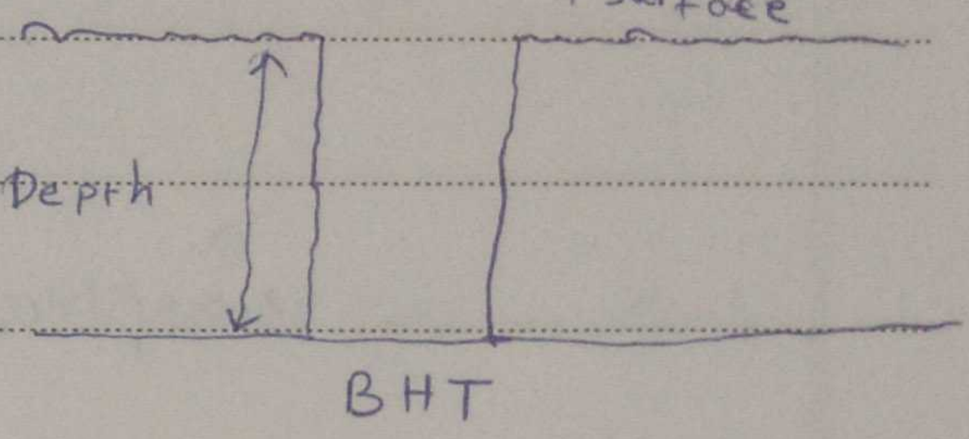
Geothermal Gradio

شیب زمین گرمایی: شیب زمین گرمایی چاه برابر است با اختلاف دمای سطح و ته چاه تقسیم بر عمق چاه

دمای ته چاه ← BHT - T surface → دمای سطح

$$GG = TG = \frac{BHT - T_{surface}}{Depth}$$

Depth → عمق چاه



$$T_f = GG * h$$

T_f ← دمای سازند

h → عمق سازند

دما: عامل بسیار مهمی در هیدروکربن ها می باشد، با افزایش عمق دما افزایش می یابد.

Temp

فشار: فشار در زیر زمین تحت تاثیر فشار حاصل از آب و فشار ستون سیال.

press

$$P_{overburden} = P_{litto} + P_{Hydrostatic}$$

طبقات فوقانی

شوری آب: عامل بسیار مهمی است که می توان به آن مقاومت ویژه را به دست آورد

(salinity)

* مقاومت ویژه با دما رابطه مستقیم و با شوری یا غلظت محلول رابطه عکس دارد

R

مقدار متوسط R از رابطه زیر به دست می آید

$$R = \sqrt{R_V \, R_H}$$

معمولاً ← $R_V > R_H$

R_V ← مقاومت ویژه عمودی

R_H ← مقاومت ویژه افقی

تعریف مقاومت ویژه: R در رسانایی الکتریکی C:

مقاومت ویژه ماده ای با سطح مقطع و طول واحد تحت میزان عدم عبور جریان الکتریکی بیان می شود

رسانایی الکتریکی (C) عکس مقاومت ویژه می باشد

$$C = \frac{1000}{R}$$

ضریب ناهمسانگردی:

$$\lambda = \sqrt{\frac{R_V}{R_H}} \qquad 1 \leq \lambda \leq 2,5$$

www.bmi.ir

رابطه مقاومت ویژه و شوری آب :

چه در مقدار یک محلول افزایش یابد مقاومت ویژه کاهش می یابد

رابطه مقاومت ویژه و دما :

۱- برحسب درجه ی سانتی گراد

$$R_2 = R_1 \left(\frac{T_1 + 21.5}{T_2 + 21.5} \right)$$

۲- برحسب درجه ی فارنهایت

$$R_2 = R_1 \left(\frac{T_1 + 6.77}{T_2 + 6.77} \right)$$

رابطه مقاومت ویژه و تخلخل :

$$R_o = F_R \cdot R_w \quad ; \quad F_R = \frac{a}{\phi^m}$$

$$\frac{R_o}{R_w} = \frac{a}{\phi^m}$$ زون آبی

$$\frac{R_{xo}}{R_{mf}} = \frac{a}{\phi^m}$$ زون هیدروکربن

R_o : مقاومت ویژه سازند

R_w : مقاومت ویژه سیال سازندی

F_R : فاکتور مقاومت ویژه سیال سازند (تابع بافت سنگ می باشد)

a : فاکتور پیچاپیچی (تابع لیتولوژی ~ بین ۰.۶ تا ۲)

ϕ : تخلخل سازند

m : فاکتور سیمان شدگی

رابطه مقاومت ویژه و درجه اشباع : (رابطه آرچی) (Archie)

$$S_w^n = \frac{R_o}{R_t}$$ زون آبدار

$$S_{xo}^n = \frac{F \cdot R_{mf}}{R_{xo}}$$ زون شسته شده

R_o : مقاومت ویژه سازند

R_t : مقاومت ویژه همان لنگه ابزاری باشد که S_w برشده است

R_{mf} : مقاومت ویژه تراوه گل می باشد

R_{xo} : مقاومت ویژه زون شسته شده

n : درجه اشباع که معمولاً برابر با ۲ می باشد

www.bmi.ir

a : برای سازندهای پرمیابل $a=1$ و $n=2$ ✓

ست $a=1.81$ و $n=2$

ماسه‌ای $a=0.62$ و $n=2.15$

ست ۴۱، ۴۷ و ۴۳ و ۳۷ ر ۱

انواع لاگ‌ها

۱- لاگ‌های الکتریکی ⟵ { ۱- لاگ‌های مقاومت
۲- پتانسیل خودزا SP

۲- لاگ‌های تخلخل { ۱- صوتی، سونیک Sonic
۲- نوترون Neutron (CNL)
۳- چگالی Density log (FDC) ← گاما گاما سنج

۳- لاگ اشعه گاما (چاه نمای هسته‌ای) GR

۴- لاگ قطر دهانه چاه (Caliper log)

۵- چاه نمای سه‌لاگ (LTD)

(۱-۱) لاگ مقاومت: از لاگ مقاومت جهت بدست آوردن میزان اشباع حدسازندا استفاده می‌شود

انواع لاگ مقاومت ۱- ابزار غیرمتمرکز { ۱- ابزار مقاومت نرمال
۲- ابزار مقاومت جانبی
۲- ابزار متمرکز

ابزار متمرکز:
۱- لاترولاگ ۳ (LL۳): برای سازندهای پرمقاومت
۲- لاترولاگ ۷ (LL۷): برای سازندهای معلوم طراحی شده
۳- لاترولاگ ۸ (LL۸): دقت بیشتر از LL۷
۴- لاترولاگ عمیق (DDL) ← LLD، برای لایه‌های عمیق
LLS، برای لایه‌های کوتاه
۵- دستگاه مقاومت میکرو

www.bmi.ir

شعاع بررسی ابزارهای متمرکز از بزرگ به کوچک

8 < LL7 & LL3 < LLD

(۱-۲) لاگ پتانسیل خودزا :

تعریف : بین الکترود ثابت واقع در سطح و الکترود دیگری که در چاه جابجا می شود اختلاف پتانسیل الکتریکی خودزا وجود دارد که بوسیله دستگاه ثبت می شود

کاربردهای لاگ SP :

۱- ارزیابی حجم شیل (استیم) $V_{sh} = \frac{SP_{log} - SP_{min}}{SP_{max} - SP_{min}}$ (با توجه به مدل)

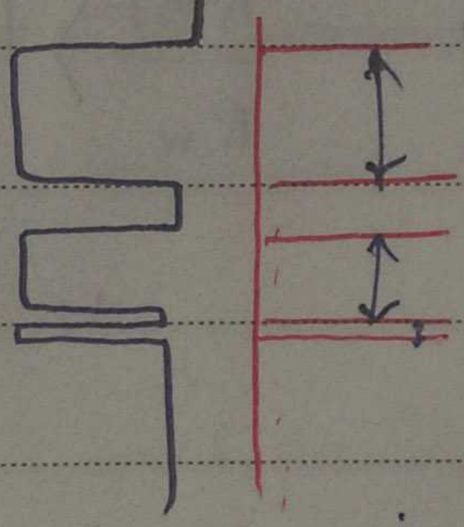
۲- تشخیص وجود شیل ۳- تشخیص زون های تراوا و نا تراوا

۴- همبستگی لایه ها ۵- تعیین میزان R_w ۶- تعیین مرز لایه ها (بصورت نیمه)

۷- تطابق لایه ها در چاه های مختلف ۸- تعیین میزان شوری نسبی سیال سازندی و سیال حفاری

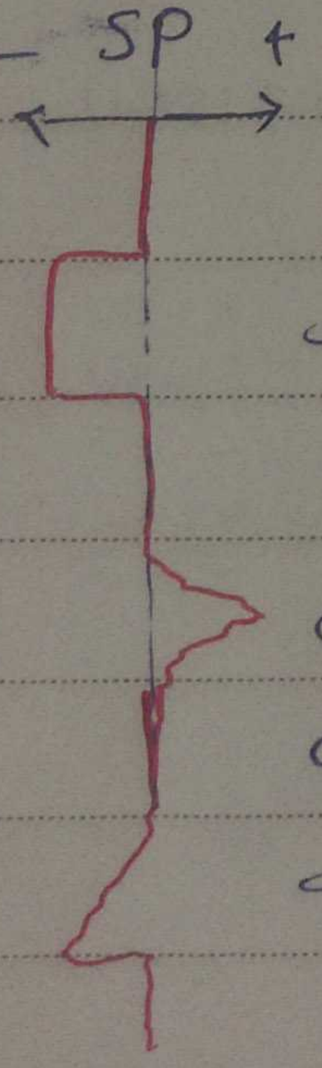
نکات مهم در مورد منحنی SP :

۱- اگر ضخامت لایه کم باشد SP نیز کم است



۲- SP در مقابل با سازندهای شیلی به صورت یک خط راست تغییر می کند

۳- SP در مقابل با سازندهای مقاوم و متراکم مثل اهک تغییرات خاصی ندارد و شبیه SP نامیده می شود



۴- با منحنی SP فقط نمی توان وجود یا عدم وجود هیدروکربن را شناسایی کرد

۵- اگر قطر چاه افزایش یابد SP کم می شود

۶- با افزایش ضخامت زون رخنه مقدار SP کاهش می یابد

www.bmi.ir

۷ـ وجود رس مدلاری تراما از مقدار SP می کاهد

۸ـ وجود حبیب کربن باعث کاهش SP می شود (به دلیل ایجاد مقاومت)

معادله SP: $SSP = -k \log(R_{mf}/R_w)$ ضلیل ـ ضلیل ـ E_{ssp}

سبکی به دنبال دارند

$$\begin{cases} \text{if } R_{mf} > R_w \longrightarrow E_{ssp} < 0 \\ \text{if } R_{mf} < R_w \longrightarrow E_{ssp} > 0 \end{cases}$$

SP ثبت شده همیشه کمتر از SSP است

SP: SP واقعی یا SP استاتیک می باشد

سؤال کنکور: (تستی)

⊖ R_{mf} SP R_w ⊕

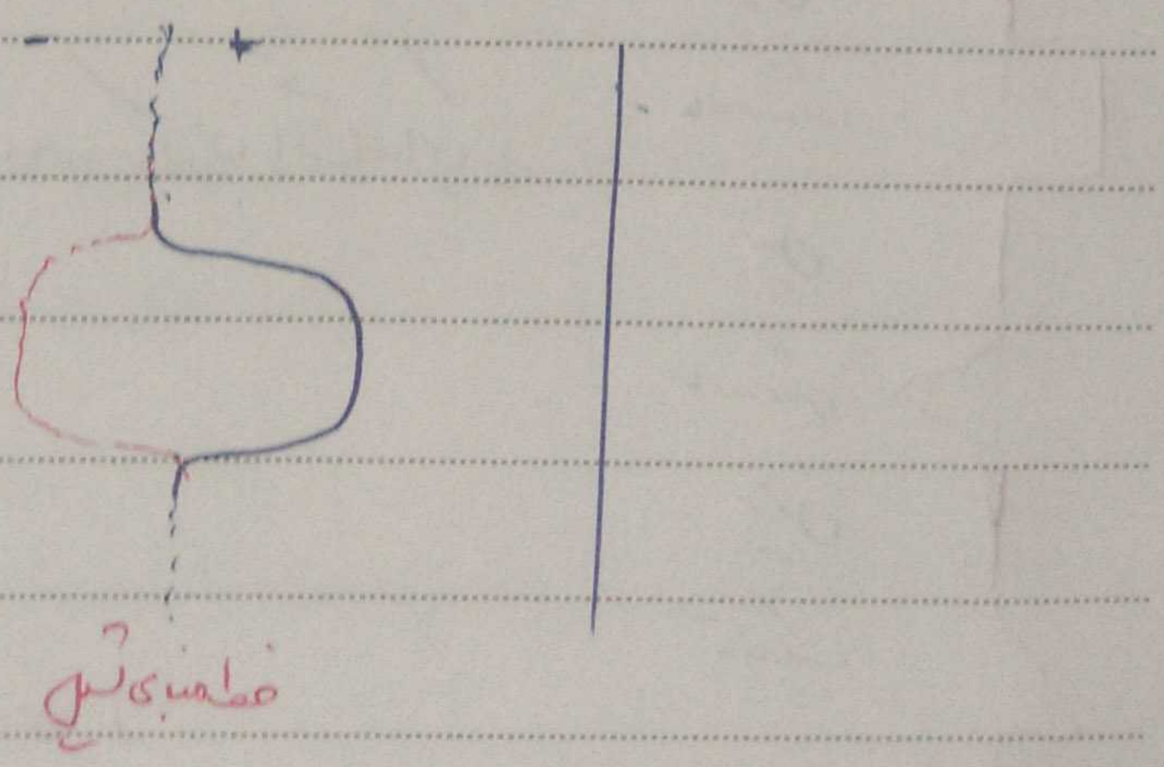
$R_w > R_{mf} \longrightarrow SP > 0$ ⟵ $\frac{R_w}{R_{mf}} > 1$, $\frac{R_{mf}}{R_w} <$

$R_{mf} > R_w \longrightarrow SP < 0$ ⟵ $\frac{R_{mf}}{R_w} > 1$, $\frac{R_w}{R_{mf}} <$

تست: ۱۳ و ۲۸

ضخامت لایه در SP: مقدار جابه جایی منحنی SP نسبت به ضخامت لایه سنجیده می شود و تعیین

ضخامت لایه زمانی امکان پذیر است که درجه شوری آب سازند تعیین گردد یعنی SP ثبت یافته بر روی



www.bmi.ir

۳-۱ لاگ اشعه گاما:

تعریف: تداخل روش هسته مواد پیرامون چاه توسط پرتوهای رادیو اکتیو گاما که از سازند گسیل می شود

و اثر مواد در ی این پرتوها مطالعه می شود

منشا اشعه گاما: از بین عناصر رادیو اکتیو طبیعی فقط سه عنصر از خود اشعه گاما ساطع می کنند ۱- پتاسیم ۲- اورانیوم ۳- توریم

کاربردهای اشعه گاما:

* ۱- محاسبه حجم شیل (میزان شیل)

$$V_{sh} = \frac{G_{R\log} - G_{R\min}}{G_{R\max} - G_{R\min}}$$

۲- به جای Sp در مواردی که Sp به خوبی قابل اندازه گیری نباشد

۳- کنترل عمق حفاری ۴- اندیابی تقریبی تراوایی * ۵- تعیین همبستگی (ارتباط Sp)

۶- اندیابی رسهای موجود در مخزن ۷- همبستگی چاه ۸- اکسپلوراسیون

* مقدار اشعه گاما برای سازندهای مختلف بر حسب API به صورت زیر می باشد

اندیریت	دولومیت	سنگ آهک	ماسه سنگ	اشعه گاما
۵-۱۰	۱۰-۲۰	۸-۱۵	۱۵-۳۰	API

نکات مهم لاگ گاما و SP:

۱- قسمتی از نمودار که منحنی SP، GR روی هم افتاده و گاما مقدارش بالا، SP مثبت باشد نشان دهنده وجود شیل است و اگر گاما مقدارش پایین و SP منفی باشد نشان دهنده ی وجود هیدروکربن است

۲- در جایی کم ترین شیل موجود باشد GR کم ترین مقدار را دارد و برعکس

ثبت: ۱۲، ۳۱، ۲۲

www.bmi.ir

لاگ های تخلخل:

۱- لاگ نوترون Neutron log ((NL)):

تعریف: این لاگ دارای منبعی است که از آن نوترون به سمت سازند ساطع می شود از آنجایی که

جرم نوترون ها تقریبا هم جرم پروتون ها می باشد لذا نوترون های ساطع شده با برخورد به سازند بازپراکنده

می شوند یا بازپراکنده نمی شوند (اگر در سازند عناصری مانند سیلیسم Si ، Ca ، Mg و ... وجود داشته باشد

الکترون های مانده در سازند بازپراکنده می شوند و توسط گیرنده شمارنده تعداد نوترون های برگشتی

را شمارش می کند و اگر در سازند عناصری مانند H وجود داشته باشد نوترون های کم تری بازپراکنده

می شوند)

کاربردهای لاگ نوترون:

۱- تحلیل هایی که لاگ نوترون نشان می دهد عمدتا برای لایه های آهکی است

۲- لاگ نوترون شاخص هیدروژن می باشد ۳- بعضی لیتولوژی ها ۴- مستقیما تخلخل را اندازه می گیرد

و به تخلخل کل جوابی می دهد ۵- لاگ نوترون تخلخل های لایه های مانند شن را ۴ واحد کمتر و لایه های

دولومیتی را ۶ واحد بیشتر می خواند

خطای لاگ نوترون: ۱- زمانی به درستی عمل می کند که تخلخل پر آب و نفت باشد ۲- زمانی به درستی

سازند گاز باشد خطاست اتم هیدروژن کم می شود در حضور نوترون ها ما هیدروژن کم می شود در نتیجه تخلخل

را کم تر نشان می دهد ۳- زمانی که سازند حاوی کانی های آبدار مانند زیپس، شیل، رس باشد

در نتیجه خطا اتم های هیدروژن بیش تر می شود لذا در ضرب نوترون ها با هیدروژن بیش تر می شود در نتیجه تخلخل

را بیش تر نشان می دهد

ثبت ۳۹۰

لاگ تخلخل چگالی (Density log) FDC

تعریف: در این روش سازند تحت تأثیر پرتوهای گاما قرار می‌گیرد و این ابزار چگالی سازند را نشان می‌دهد

کاربردهای لاگ چگالی:

۱- محاسبه تخلخل

$\phi_D = \frac{\rho_{mat} - \rho_b}{\rho_{mat} - \rho_f}$

ρ_{mat} ← چگالی ماتریکس

ρ_f ← چگالی سیال

ρ_b ← چگالی کل که از روی لاگ خوانده می‌شود

۲- لیتولوژی سنگ ۳- نوع سیال درون سازند

۴- محاسبه تخلخل برای لایه‌های ماسه شیلی در صورت وجود شیل از فرمول ذیل محاسبه می‌شود

$\phi = \frac{\rho_{mat} - \rho_b - V_{sh}(\rho_{mat} - \rho_{sh})}{\rho_{mat} - \rho_f}$

V_{sh} ← وقتی که شیل داریم ، ρ_{sh} ← چگالی شیل

نکات تکمیلی لاگ چگالی و نوترون FDC ، CNL

۱- متداول‌ترین روش برای لیتولوژی سازند ← FDC و CNL

$\phi_D > \phi_N$ ← لایه ماسه‌ای

$\phi_D = \phi_N$ ← آهکی

$\phi_D < \phi_N$ ← دولومیتی

۲- اثر شیل و گازدار بودن FDC ، CNL

شیل: H ↑ در نتیجه $\phi_N > \phi_D$

گاز: H ↓ در نتیجه $\phi_N < \phi_D$

۳- محاسبه نوترون - دانسیته:

$\phi_{N\cdot D} = \sqrt{\frac{\phi_N^2 + \phi_D^2}{2}}$

لاگ صوتی: (Sonic log)

تعریف: این چاه نگاری بابن صورت است که یک فرستنده به همراه گیرنده صوتی به داخل چاه فرستاده

می شود امواج صوتی که توسط فرستنده منتشر و توسط گیرنده پس از عبور محیط متخلخل دریافت شده و با

اندازه گیری زمانی که طول می کشد موج از سازند عبور می کند می توان مقدار تخلخل را محاسبه کرد

کاربردهای لاگ صوتی:

۱- بدست آوردن تخلخل را محاسبه می کند و تخلخل اولیه را به دست می آورد

۲- محاسبه ی تخلخل

$$\phi_{Sonic} = \frac{\Delta t_{log} - \Delta t_{ma}}{\Delta t_f - \Delta t_{mat}}$$

معادله ویلی (wyllie)

۳- کاربردهای اصلی دیتولوژی (نوع سنگ)، نوع سیال، تعیین تخلخل، کیفیت کربنات*، تشخیص لایه های شیلی* و مدل های ریزشی چاه

۳- زمان گذشتن موج صوتی از فرستنده به گیرنده $\Delta T = \frac{10^6}{V} \left(\frac{ms}{ft}\right)$

نکات مهم لاگ صوتی و لاگ نوترون

۱- اگر گاز باعث افزایش تخلخل صوتی ϕ_{Sonic} می شود (می توان گفت گاز روی تخلخل نوترون و تخلخل نوترون بیشترین تاثیر را دارد)

۲- تخلخل ثانویه را می توانیم به روش زیر محاسبه کنیم

تخلخل کل = تخلخل اولیه + تخلخل ثانویه

↓ CNL ↓ Sonic

$\phi_{ثانویه} = \phi_N - \phi_{Sonic}$

۳- CBL نوعی لاگ صوتی می باشد که برای اندازه گیری سیمان پشت لوله های جداری استفاده می شود

C.B.L → Cement Bound log

ثبت ۳، ۲۵، ۲۷، ۲۹، ۳۴، ۳۸، ۴۶

www.bmi.ir

چاه نگاری لیتولاگ (LTD) لیتودانسیته

تعریف: در این ابزار فنران فتوالکتریک سازنده در کنار دستگاه چگالی مورد بررسی قرار می گیرد در مقابل P_e اندازه گیری می شود

PE = photo electric Absorbstion P_e

کاربردهای نمودار:

۱- نوع سنگ (لیتولوژی) ۲- نوع سیال ۳- .....

قرائت لاگ (LTD)

لیتولوژی	مارن سنگ	دولومیت	آهک و انیدریت
PE	۲	۳	۵

ص۴۴

خطای لاگ (LTD)

وجود باریت در گل حفاری باعث اشتباه در لاگ LTD می شود (P_E = ۲۰۰ باریت)

* نمودار PE آهک و انیدریت نزدیک به هم است ولی انیدریت دارای تفاضل منفی و مقاومت بالاست

ست ۳۵، ۴۰

لاگ قطر دهانه چاه (Caliper log)

تعریف: لاگی است که قطر چاه را اندازه گیری می کند و در هر نوع چاه حفر می گردد و همواره برای تصحیح لاگ ها مورد استفاده قرار می گیرد

کاربردهای لاگ قطر دهانه چاه:

۱- محاسبه قطر چاه و حجم سیال ۲- تعیین نسبت های از چاه برداشت شده (Washout)

۳- محاسبه حجم سیمان در پشت لوله های جداری ۴- تشخیص زون های تراوا ۵- تعیین وا نشکام لایه

مقدار سیمان لازم بین لوله های جداری و دیواره چاه ۶- تصحیح لاگ ها

ست ۴۵، ۱۱۰

www.bmi.ir

نکات تکمیلی چاه پیمایی:

۱- آنرمتر دوار و دانسیته روی هم قرار گیرند لایه سنگ آهک است و آنرمتر دارنده سمت راست نمودار نوترون قرار گیرد لایه دولومیت است و آنرمتر دارنده سمت چپ نمودار نوترون قرار گیرد لایه ماسه سنگ است و در حالت آخر آنرمتر فاصله نوترون و دانسیته خیلی زیاد لایه گچ است

۲- مهم ترین عواملی که از چاه پیمایی برداشت می آید ۱- تخلخل ۲- مرحله اشباع سیالات مخزن ۳- تراوایی

۳- سه کلاس بندی نمودارهای چاه پیمایی عبارتند از:

۱- نمودارهای الکتریکی (Electrical)

۲- نمودارهای هسته ای رادیواکتیو (Nuclear)

۳- نمودارهای صوتی (Acoustic)

۴- به یک نمودار RFT (Repeat Formation Tester) ضمن نمودارگیری از سیال سازندی توان شناسایی سیال و نوع سازند را بدست آورد

۵- ضریب سازند $F = \frac{a}{\phi^m}$ ← $F = \left(\frac{La}{L}\right)^2$

طول سه متر در فضای خالی

تخلخل

طول مغزه

دیفش بدون بعد

پایان ۹۴/۱/۴

مرجع دانلود رایگان جزوات مهندسی نفت OilManGroup.ir