

LOG
66
1957

APPUNTI PRATICI SUI METODI DI CAROTAGGIO
ELETTRICO E RADIOATTIVO

I.- Generalità.

I logs elettrici misurano il potenziale spontaneo esistente naturalmente nei terreni e la resistività delle formazioni attraversate dalla perforazione.

La resistività di una formazione è una proprietà collegata alle caratteristiche mineralogiche della roccia, nonché al contenuto e composizione dei fluidi racchiusi nella formazione stessa.

I logs elettrici e radioattivi (i quali misurano la radioattività naturale e quella indotta delle rocce) permettono la soluzione, sia qualitativa che quantitativa, dei problemi collegati alla perforazione di un pozzo.

Premettiamo alcune definizioni e concetti generali:

La porosità di una roccia è definita dal rapporto fra volume dei pori e volume della roccia.

La saturatione in fluidi è data dal rapporto fra il volume dei pori occupati da un dato fluido e il volume totale dei pori.

La permeabilità definisce l'attitudine di un determinato mezzo a lasciarsi attraversare da un fluido, con maggiore o minore facilità.

Il fattore di formazione è espresso dal rapporto esistente fra la resistività di una formazione porosa satura di un dato elettrolita e la resistività dell'e-

lettrolita stesso.

In pratica, il fattore di formazione non dipende dalla resistività del fluido conduttivo che satura la roccia, ma dipende invece dalla porosità e da un fattore di "tortuosità" dei canalicoli conduttori della roccia.

In una sezione condotta normalmente all'asse di un pozzo troviamo i seguenti valori di resistività a partire dal centro del foro:

resistività del fango (si indica con R_m);

resistività del pannello (R_{mc});

resistività della formazione invasa (R_{xo});

resistività vera della formazione (R_t);

si ha poi: Resistività del filtrato del fango (R_{mf});

resistività dell'acqua di strato (R_w);

resistività media, fra resistività del fil-

trato e resistività dei fluidi di strato (R_i).

2.- Potenziale spontaneo.

La curva del PS è una registrazione dei potenziali che si stabiliscono naturalmente nel fango alle diverse profondità del pozzo; essa è la somma di due potenziali: elettrochimico ed elettrocinetico.

Normalmente il log PS consiste di una linea di base sulla destra (linea delle argille) che presenta escursioni sulla sinistra, in corrispondenza di strati per-

meabili (linea delle sabbie).

Con fanghi a bassa resistività (salini) la escursione della curva sarà inferiore al valore effettivo e, al limite, quando la resistività del fango sarà inferiore a quella dell'acqua di strato, la curva di PS sarà esattamente capovolta e si registreranno escursioni positive in corrispondenza di letti permeabili.

Sulla curva PS influisce poi, notevolmente, lo spessore degli strati; si ha infatti che i valori delle ampiezze delle escursioni in corrispondenza di strati permeabili sono praticamente uguali a quelli desunti dai diagrammi di PS statico qualora lo spessore dello strato sabbioso sia maggiore del doppio del diametro del foro. Per spessori più piccoli si ha una riduzione nei valori delle escursioni negative del PS.

Il PS viene misurato in millivolt (mV.).

3.- Logs della resistività (Convenzionali).

Le curve della resistività vengono registrate inviando corrente elettrica nella formazione e misurando la resistività di questa mediante elettrodi calati in pozzo. Il fango di perforazione assicura il contatto elettrico fra gli elettrodi e la formazione.

L'unità di misura di resistività è l'ohm.m²/m.

Le sonde usate in pratica sono di due tipi: normale e laterale (o inversa).

Le curve normali sono distinte in "piccola normale" (con spaziatura degli elettrodi variante da 5" a 20"; ma generalmente di 16"); "grande normale" (con spaziatura da 20" a 7', generalmente di 64"); la "laterale" o "inversa" ha una spaziatura di parecchi piedi (normalmente 18' 8").

Il raggio di investigazione di una sonda dipende dalla spaziatura degli elettrodi; in un mezzo omogeneo il raggio di investigazione di una sonda normale è all'incirca uguale al doppio della sua spaziatura, intendendo con raggio di investigazione la distanza alla quale la caduta di potenziale ha raggiunto il 50% del suo valore totale V.

Resistività delle varie formazioni

Argille : ~~Le~~ formazioni tenere hanno resistività bassa e costante (pochi ohm /m); in argille compatte o in argille con acqua interstiziale relativamente dolce, la resistività sale fino a valori di 20 ohm /m.

Sabbie sciolte: la resistività della sabbia ad acqua salata è molto bassa, più bassa di quella delle argille (0,2 - 1 ohm /m).

Per sabbie ad olio la resistività può variare da pochi fino a 50 ohm/m; quando la sabbia ad olio contiene argille la resistività è molto bassa, anche per sabbie molto mineralizzate (1 - 2 ohm/m).

Arenarie : Il fattore di formazione (F) cresce per l'effetto del fattore di cementazione che riduce la porosità. La resistività in generale è più elevata della resistività delle sabbie sciolte. Per arenarie ad acqua : $R = 2-50 \text{ ohm/m}$. Per arenarie ad olio : $R = 200-1000 \text{ ohm/m}$.

Formazioni dure : Se sono assolutamente compatte, la resistività è infinita; se sono porose la resistività diminuisce, ma mantiene sempre valori elevati rispetto alle sabbie.

Con i logs normali della resistività non si ottengono buoni risultati in queste formazioni, altamente resistive, perchè la corrente elettrica inviata tende a concentrarsi nel pozzo, invece di penetrare nella formazione; si viene ad ottenere così una resistività apparente, proporzionale alla resistività del fango (R_m) e inversamente proporzionale alla superficie del foro.

Per le formazioni dure è stata costruita la sonda a calcare, la cui registrazione è indipendente dalla posizione della sonda e dallo spessore dello strato. Se il diametro del foro e la resistività del fango sono costanti, la resistività apparente registrata in cor-

rispondenza di uno strato omogeneo e di grande spessore sarà costante lungo tutto lo strato, escluso naturalmente in vicinanza dei confini dello strato.

Nel caso di una sottile intercalazione più conduttiva, la curva registrerà, in corrispondenza, una depressione simmetrica rispetto allo strato, assegnando uno spessore superiore al reale. Anche in questo tipo di logs, l'effetto della colonna di fango si fa sentire notevolmente e la R_a registrata sarà inferiore a R_t .

Esaminiamo ora qualche esempio di curve registrate con sonda normale e laterale in formazioni tenere.

a) Sonda normale, con strato più resistivo delle formazioni adiacenti:

- Se lo strato ha uno spessore superiore alla spaziatura degli elettrodi, l'escursione della curva registra uno spessore dello strato inferiore al reale;
- se lo strato ha spessore inferiore alla spaziatura, la curva classifica lo strato come conduttore, comunque elevata sia la sua resistività, poichè risente della influenza predominante del piccolo spessore dello strato; teoricamente la spaziatura dovrebbe quindi essere ridotta al minimo, ma d'altra parte ad una piccola spaziatura corrisponde un limitato raggio di investigazione e di conseguenza le misure vengono a risentire troppo dell'influenza del fango.