

資 料

550.83: 539.16.08

検 層 用 放 射 線 測 定 器*

S.L. Abramyan, D.F. Bespalov, Yu.A. Ghulin & B.I. Roghov

鹿 島 光 雄 訳

要 約

現在、ソ連邦において、検層用測定器として、中性子-ガンマ-ガンマ測定：HGFK-60 型 2 系統測定器と TPK 型 1 系統測定器が用いられている。

HGFK 2 系統測定器は、1960 年“Neftepribor”工場と全ソ核地球物理化学研究所が共同で開発したものである。

これまで製造されていた HGFK-57 型と異なり、本器ではリニアリティレンジが 48,000 パルス/分まで増強され、安定度は向上し、計数装置が採用されている。また本器には耐熱性の部品、材料が使用され、検出機構は改善されている。外径は 89 mm まで縮小され、重量も軽くなっている。

TPK 型 1 系統測定器は、温度 200°C、圧力 1,000 気圧までの検層用である。測定器には放射線検出器として +200°C 以下の作動性能をもつ СИ-23Г 型 G.M. 計数管が使用されている。TPK 型測定器は単芯または 3 芯の探鉱ケーブルとともに使用することができる。本器は“Neftepribor”工場で量産されている。

現在、“全ソ核地球物理化学研究所”は、“ガス工業完全自動化設計建設研究所”と共同で、250°C までの作動性能をもつ 2 系統放射線測定器の研究を行なっている。50°C から 60°C までの検層には、シンチレーション・カウンタ付 3 系統放射線測定器が使用される。これは、全ソ地球物理研究所で開発されたものである。本測定器のガンマ線検出器には、Φ3У-35 型光電増倍管、クリスタル NaI(Tl) が、また熱中性子記録用には、濃縮ほう素を含む蛍光化合物 ZnS(Ag) をベースとしたデテクタが用いられている。

3 系統測定器は高い感度を持ち、毎時 1,000 m までの検層が可能である。

ケーシングのまわりのセメントの分布を測定するためには、全ソ地球物理研究所で、1960 年に開発された ВУФ-4 型セメントメータが使用されている。本器は、40 または 35 cm の検出装置で同時に 3 本のガンマ-ガンマ測定グラフの記録が可能である。セメントメータ“ВУФ-4”型は、3,000 m 以下の 3 芯探鉱ケーブル“КТО”および“КТШ”用に設計されている。放射線検出器として、G.M. 計数管“BC-8”が使用されている。本器は温度 70°C、圧力 500 kg/cm² まで使用可能である。

1. 進 歩 と 改 良

1953 年以前にソ連で使用されていた検層用放射線測定器は、放射性鉱石検層用の小口径プローブ付放射線計（検層用放射線計 КРЛ, КРТ その他）と、数個の大型 G.M. 計数管を具えた、大口径（100 mm 以上）プローブを持つ油井検層用放射線計とに、はっきり区別されていた。後者は、高い感度を持ち、弱放射能地層検層においても、十分な性能を發揮できた。

近年、これらふたつの種類の放射線測定器の間の明確な区別がなくなっていく傾向がみられる。

* С. Л. Абрамян, Д. Ф. Веспалов, Ю. А. Гулин, Б. И. Рогов (1962): Радиометрическая аппаратура для исследования буровых скважин, Труды конференции ядерных геофизиков, Краков, Польша, p. 731-758.

この傾向は、ロータリー掘さくの石油・ガス井測定に使用されているものよりはるかに小さい外径のプロープをもち、しかも同程度あるいはそれに近い感度（シンチレーション・カウンター、肉厚が薄いボデーの使用、その他の方法で達成された）の放射線計が開発された結果である。

最近の測定器製造における第2の特徴は、総合測定法の増大にある。放射能検層の初期の利用段階では、鉍石層の自然放射能の測定（ガンマ検層）にあった。1951年には、それとともに中性子-ガンマ検層が全面的に利用され始め、また1953年には大口径孔井におけるガンマ検層およびガンマ-中性子検層を同時に行ない得る、ガンマ-中性子-ガンマ-型2系統測定器が製造され始めた。本器はこんにちでも、石油・ガス井探査に用いられている放射線測定器の基礎をなす器種である。

最近にいたって、かつて利用されていなかった放射能探査の新しい方法が利用され始めた。石油工業では、中性子-中性子探鉱が利用され始め、そのために、BF₃の入った比例計数管をもつ測定器や、熱中性子および超熱中性子^{訳注1)}デテクタのついたシンチレーション・カウンターをもつ測定器が開発されている。

石炭井測定には、密度に応じて岩盤を区別する、したがってまた岩層を区別するのに特に適している、硬いガンマ線放射源をもつガンマ-ガンマ測定が益々広く利用されている。

ウラル地方の鉍石井測定用に、全ソ科学アカデミーは、ガンマ-ガンマ測定の他の方式いわゆる選択測定法を開発した。これは特に高い感度で、重い元素の少量の含有でも区別できる。この方式は軟かいガンマ放射線源を利用したもので、タングステン・鉛・水銀その他の探査に使用されている。

最後に、ベリリウム測定用にガンマ-中性子測定が利用され始めた。これには硬いガンマ放射線源と、中性子デテクタが利用されている。以上のような放射線測定の各種方式は、当然それに応じた各種測定器を必要とする。

多くの場合、同一孔井の検層を、数種類の放射線測定法を用いて行なう必要が生ずる。この場合、時間のロスをなくするために、幾種類かの測定方法を同時に行なうことが望ましい。すなわち、測定の同時代と、そのための多系統測定器の開発である。

検層放射線測定器製造の第3段階の特徴は特殊条件における放射線測定および採鉍上の実際的問題を解決するための機器の大量開発にある。

ここではまず第一に、耐熱放射線測定器の開発を挙げねばならない。

多くの地域（スタプロボーリ・バクー・グロズヌイ・クラスノダールその他）における地温勾配は大であり、中深度の孔井（2~3,000 m）においてさえ温度は急激に上昇し、100°Cに達する。さらに深い孔井では（4~5,000 m 以上）より高い耐熱計器が必要となる。すでに現在でも180~200°Cの温度に耐え得る計器が必要になっている。放射線測定器の耐熱性を高める問題は、急を要する。しかも非常に困難な課題の一つである。さらに、地層における石油と水の接触状況を区別するために必要なポンプ-コンプレッサーパイプを通して噴出する孔井の検層には、中性子測定法で検層を可能にする充分な感度をもつ小口径計器が（40 mm オーダー）必要とされる。ダイヤモンド・ボーリング孔の検層には、広い汎用性をもつさらに小さい口径の（30 mm 以下）のプロープが必要とされている。

放射性アイソトープ応用の検層には、コンパクトな小型計器および特殊な用途と構造の計器が要求される。たとえば油層の水攻法には、孔井を満す液中の放射性物質の定量を孔井の任意の深さで行なうことができ、また孔井中におけるその移動を追跡することのできる、放射性アイソトープインジェクタをもつ計器およびその他の測定器が要求される。

最後にボーリングで最も重要なオペレーションの一つである水止め孔井セメンティングの質のコントロールに使用されるプロープおよび孔井のケーシング挿入深度の決定確認をするための装置を挙げなければならない。

結びとして、絶えず、しかも益々強く提起されてくる検層用測定器に対する要求について述べ

訳注1) 熱中性子よりエネルギーの高い中性子。

る。それは、測定速度をできるだけ早める、つまり高能率性に対する要求である。これはあらゆる測定器についていえることであるが、放射線測定器にとってはとりわけ重要な意味もっている。というのは、この測定法が現在のところ、ボーリングによる物理探査の数多くの方法の中で、最も非能率的なものとしてされているからである。そしてまたそのゆえにこの測定法の適用が本質的な制約を受けるからである。

2. 測定器

現在、石油、ガス検層に使用されている放射線測定器の基本的なタイプは“Neftepribor”工場と“Aznetftegeofizika”トラストで、1953年から製造されているHGFK(中性子ガンマ-ガンマ測定)タイプである。

HGFK測定器は、同時に、あるいは別々に、ガンマ測定(ГК)、中性子-ガンマ測定(HГК)を行なうことができる。ガンマ放射線検出器としては、G.M.計数管“СИ-4Г”が、ГК系統に6個、HГК系統に3個使用されている。HGFK測定器の感度は、放射性物質検層に用いられる放射線計よりもはるかに高いが、石油地帯を形成する成層岩の放射能はきわめて小さいので、測定は検層用計器移動速度200~400 m/hの範囲で行なわなければならない。

現在、全ソ核地球物理化学研究所と“Neftepribor”工場共同で、HGFK測定器の改良型が開発されている。改良型“HGFK-60”はデカトロン計数装置をもち、広い測定範囲と優れた直線性を持っている。また本器は、102 mmの代りに89 mmの小口径軽量プローブがセットされ、改良された検出装置をもっている。

このタイプの検層用測定器は、HГКとГКの同時記録に使用される。検出器には、G.M.計数管が使用され、150°Cまでの温度条件で使用できる。

“HGFK-60”型の特徴は第1表の通りである。

第1表 検層測定器HGFK-60の主要特徴

1. 測定方法: ガンマ測定(ГК)、中性子-ガンマ測定(HГК)
2. 同時記録数系統数: 2
3. 検出器: СИ-4Г型 G.M. 計数管, ГК;-6個, HГК;-3個
4. 測定最大深度, m: 5,000
5. 感度 1 μ r/h に対し cps: 3.2
6. 測定速度, m/h: 200~400
7. 電源電圧, V: 直流, 100
8. プローブ電流, mA: $180 \pm 10\%$
9. 使用ケーブル: КОБД-4, КТО-2, КТО-4, КТШ-4
10. 最高温度, °C: 100
11. 最大外圧, kg/cm²: 800
12. プローブ外径: 89
13. プローブ長さ: 2,800

1961年には“Neftepribor”工場と“Aznetftegeofizika”トラストは単系統耐熱測定器“ТРК”型の製造を開始した。“ТРК”型は200°Cまでの温度に耐え、高温孔井地帯に向けられている。“ТРК”型の特徴は第2表の通りである。

1959年から、トランジスタ化された小型単系統測定器“ガンマ-59”が製造されている。これは石油・石炭および鉛石検層に、ガンマ測定器(ГК)、中性子-ガンマ測定(HГК)およびガンマ-ガンマ測定(ГГК)の各種測定法で使用されている。

第2表 検層測定器“TPK”型の主要特徴

1. 測定方法：ГН および НГК
2. 同時記録数：1
3. 検出器：СИ（6個）
4. 測定最大深度，m：5,000
5. ГК 感度， $1 \mu\text{r/h}$ に対し，cps：3.0
6. 測定速度，m/h：200~400
7. 電源電圧，V：100
8. プローブ電流，mA： $170 \pm 10\%$
9. 使用ケーブル：КОБД-4 T
10. 最高温度， $^{\circ}\text{C}$ ：200
11. 最大外圧， kg/cm^2 ：1,000
12. プローブ口径，mm：95
13. プローブ長さ，mm：1,850

測定器“ガンマ-59”は独立の装置として、また従来の自動ボーリングステーションに組込まれても使用できる。電源は、出力 1.6 W の場合、直流 12 V、計数率の記録は、積分回路の時定数 1.5, 3, 6, 12 sec で 1 mV 当り 37, 75, 150, 300 および 600 cpm のスケールで行なうことができる。記録のスケールの設定のために、周波数 1,500~2,000 cpm の目盛が付いている。また本器は、48,000 cpm 以下で直線性を保つ。この測定器のセットには、2つの検層用プローブと地下パネルが含まれる。測定器は 50°C 以下の温度、外圧 $1,200 \text{ kg/cm}^2$ 以下の坑井内で使用できる。本器外径は 48 mm である。1960 年キエフ工場は全ソ核地球物理化学研究所と共同して、G.M. 計数管をシンチレーション・カウンタに替える目的で“ガンマ-59”の改良を行なった。改良型は、“PCK-62”と呼ばれている。その特徴は、第 3, 4 表に示される。“Barnaulskij”地球物理機器製造工場では 1960 年から、全ソ地球物理研で開発された“PK 60-JI”を製造している。本器は、ГК, НГК, ГГК, ННК および ГНК 法による交互の検層に利用されている。また本器のセットにはシンチレーション・カウンタ、地上パネルをもつ検層用計器が含まれる。測定器のガンマ線インジケータとしては、沃化ナトリウム (NaI) または沃化セシウムのタリウム (TI) によって活性化された結晶を用いている。また中性子計数には、ZnS(Ag) をベースとした円筒形蛍光体が使用されている。

本器は、温度 60°C 以下、外圧 200 kg/cm^2 以下の条件で使用され、外径は 60 mm である。

第3表 検層測定器“ガンマ-59”型の主要特徴

1. 測定方法：ГК, НГК, ГГК
2. 同時記録数：1
3. 検出器：СИ-4Г（1個）
4. 測定最大深度，m：2,000
5. ГК 感度， $1 \mu\text{r/h}$ 当り cps：0.7
6. 測定速度，m/h：150~330
7. 電源電圧，V：7
8. プローブ電流，mA： $60 \pm 10\%$
9. 使用ケーブル：КОБД-4, КТО-2, КТО-4, КТШ-4
10. 最高温度， $^{\circ}\text{C}$ ：60
11. 最大外圧， kg/cm^2 ：200
12. プローブ外径，mm：48
13. プローブ長さ，mm：1,850

第4表 検層測定器 PCK-62 の主要特徴

1. 測定方法: GK, НГК, ННК, ГГК
2. 同時記録数: 1
3. インジケーター: ФЭУ-35, クリスタル NaI(Tl), 中性子検出器, 螢光化合物 “T-1” ZnS(Ag)
4. 測定最大深度, m: 2,000
5. GK 感度, $1 \mu r/h$ 当り cps: 6
6. 測定速度, m/h: 600~1,200
7. 電源電圧, V: 12
8. プローブ電流, mA: 40
9. 使用ケーブル: КТО-2, КТШ-2
10. 最高温度, $^{\circ}C$: 50
11. 最大外圧, kg/cm^2 : 200
12. プローブ外圧, mm: 48
13. プローブ長さ, mm: 1,800

地上パネル電源は交流 127 V および 220 V, 50 サイクル, 検出器は直流 180 mA \pm 10% をパネルから供給される。地上パネルの特徴は, 54,000 cpm まで直線性を保ち, 積分回路の時定数は, 1.5, 3, 6, 12 および 24 sec, キャリブレーターによる検査, また測定器から地上パネルへ送られるパネル数を決めるためにカウント容量 9999 パルスのデカトロン計数回路 “ET-5” 型が用いられる。PK-JC-60 型測定器のセットには, 自動ボーリングステーションの AKC-250 と AKC-400 とが含まれ, またその他のボーリングステーションともセットで使用できるよう, 独立した計器としても製造されている。

本器の主要特徴は第5表に示される。

第5表 検層測定器 PK-60 Л の主要特徴

1. 測定方法: GK, НГК, ННК, ГГК
2. 同時記録数: 1
3. 検出器: ФЭУ-35, “T-2” 型中性子, 検出器およびクリスタル付
4. 最大測定深度, m: 2,000
5. GK 感度, $1 \mu r/h$ 当り cps: 6
6. 測定速度, m/h: 600~1,200
7. 電源電圧, V: 直流 125~130 V
8. プローブ電流, mA: $180 \pm 10\%$
9. 使用ケーブル: КОБД-4, КТО-2, КТО-4, КТШ-4
10. 最高温度, $^{\circ}C$: 60
11. 最大外圧, kg/cm^2 : 200
12. プローブ外径, mm: 60
13. プローブ長さ, mm: 1,300

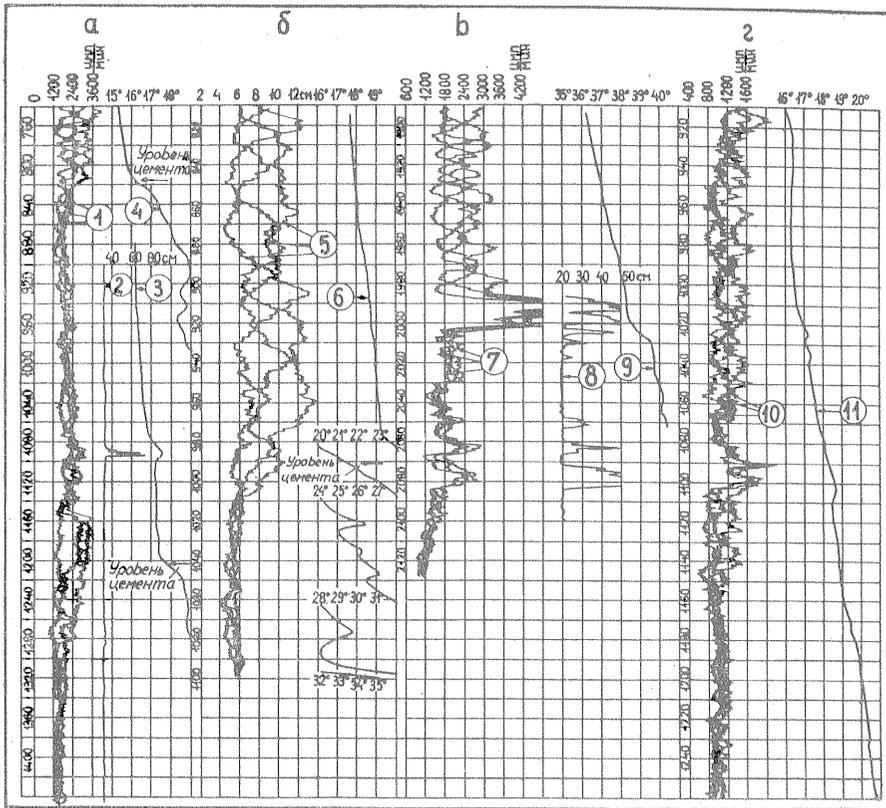
1959~1960 年に全ソ地球物理研究所ボルガ・ウラル支部で, 孔井に挿入されたケーシングの周りのセメント分布を調べるための方法および機器が開発された。この方法の特徴は, シールドされた3つの同一感度をもち, 互いに $120^{\circ}C$ の角度で配置された検出器によって, 3つの ГГК グラフを同時に記録できることである。この計器 (セメントメータと呼ばれる) は, 鉛円筒の表面にある特別な溝に, 互いに $120^{\circ}C$ の角度で配置されたカウンタをもっている。それぞれの検

出器から一定の (35~50 cm), 等しい間隔でガンマ線源 Cs^{137} または Co^{60} が置かれている。

プローブはケーシングの中心に合わせるようにする。電子回路はそれぞれの検出器から別々の情報を探查ケーブルを通して伝えることができる。もしケーシングが正しく中心に位置し, ケーシングの周りの空間が均一に水またはセメントで満たされていれば, 3つの検出器が同一性をもつ場合 (標準器で較正される), それぞれの系統で記録される ГГК グラフは統計変動以内の精度で互いに一致する。ケーシングの偏心または孔井セメント充填部におけるケーシングの周りのセメント分布の不均一はグラフの食違いをもたらす。すなわちセメント水注入部において示度は著しく高くなる。

1962 年から “Ufimskij” 地球物理機器製造工場でセメントメータ “ЦМТВ-1” が製造されている。この計器には, G.M. 計数管 “СИ-4Г” と電子管が使用され, 3つの情報を単芯ケーブルで送る場合は, パルスの振幅, 極性選択が利用される。パルスの分離はパネル “ПКВ” により地上で行なわれる。この計器は5インチおよび6インチケーシングの装入された, 深さ 3,000 m 以内, 温度 $150^{\circ}C$ 以下の坑井調査に使用される。使用に際しては, 放射線源 Cs^{137} , 50~100 mc または Co^{60} , 30~50 mc が使用される。本器には, Cs^{137} を用いる際, ガンマ放射線を 100~200 分の 1 に弱める安全装置がついている。この装置は計器を上げ下げする際, 100~150 m の深さで自動的に作動する。プローブ長さ約 2,500 mm, 径 110 mm 重さ 85 kg。

第1図には, 温度検層図とセメントメータによる測定の結果との比較が示されている。第1図は孔井径 $7\frac{1}{4}$ インチ, ケーシング 6 インチの場合のデータである。セメント注入は2回にわた



第1図 セメント検層と温度検層の比較 (バシキリ地帯坑井)

“a” 孔井径 $11\frac{1}{4}$ インチ, ケーシング径6インチ, 曲線 1—セメント検層, 2—кавернограмма キャリバ, 3, 4—温度検層; “б” 孔井径 $11\frac{1}{4}$, ケーシング径6インチ, 曲線 5—セメント検層, 6—温度検層; “b” 孔井径 $7\frac{1}{4}$ インチ, ケーシング径5インチ, 曲線 7—セメント検層, 8—キャリバ, 9—温度検層; “r” 孔井径 $10\frac{3}{4}$ インチ, ケーシング径8インチ, 曲線 10—セメント検層, 11—温度検層。

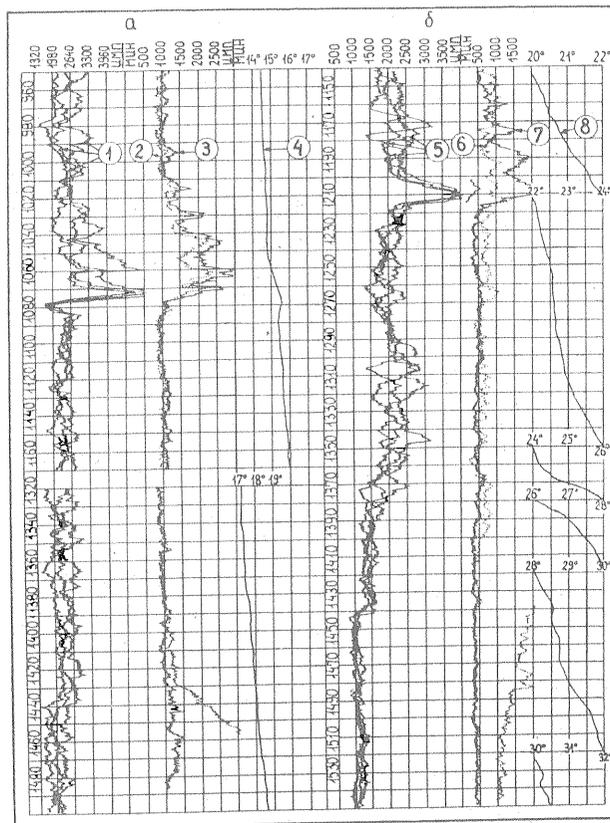
って行なわれた。最初は温度検層図から判断してセメントは 1,204m の深さまで上げられた。第2回はパーフォレートされた孔から押出して深さ 1,150~815m まで上げられた。

セメント検層図では、良好なセメンティングは深さ 1,340m で現われている。1,150~1,280m の間と、820m より上にはセメントは充填されていない。また 1,280~1340m の間ではセメント充填は不良である(片寄り充填)。以上のことを比較的高い示度で、また 3つの系統間の示度の大きな差異で証明している。第1図6は、同様構造の孔井での同じような比較である。温度検層の場合のセメントの高さはセメント検層の場合よりも高くとられている(それぞれ 991m および 1,090m)。

両者の差異は温度検層が、ケーシングの周りの分布状態に関係なくセメントの上りの高さを示すのに対し、セメント検層は良好なセメント充填と不良なそれとの間の境界を示すことにある。

第1図 B, r には、孔井径 7 $\frac{1}{4}$ インチ、ケーシング径 5 インチ (1B) および孔井径 10 $\frac{1}{4}$ インチ、ケーシング径 8 インチ (1r) の場合のデータが示されている。いずれの場合も、温度測定法の結果は信ぴょう性が少ない。セメント検層によれば、良好なセメント充填の境界は 2,004m および 1,154m の深さにあることが示されている。

第2図では、セメント検層と GK 結果とが比較されている。この孔井のセメントの最初の注入分は放射性アイソトープで活性化されている。同図ではセメントの活性化された部分は孔井の下部 (1,430m 以下)に残っていることが示されているのに対し、セメントグラフで見るとセメントは 1,077m まで上げられたことになる。第2図6では逆の図形が描かれている。孔井全長

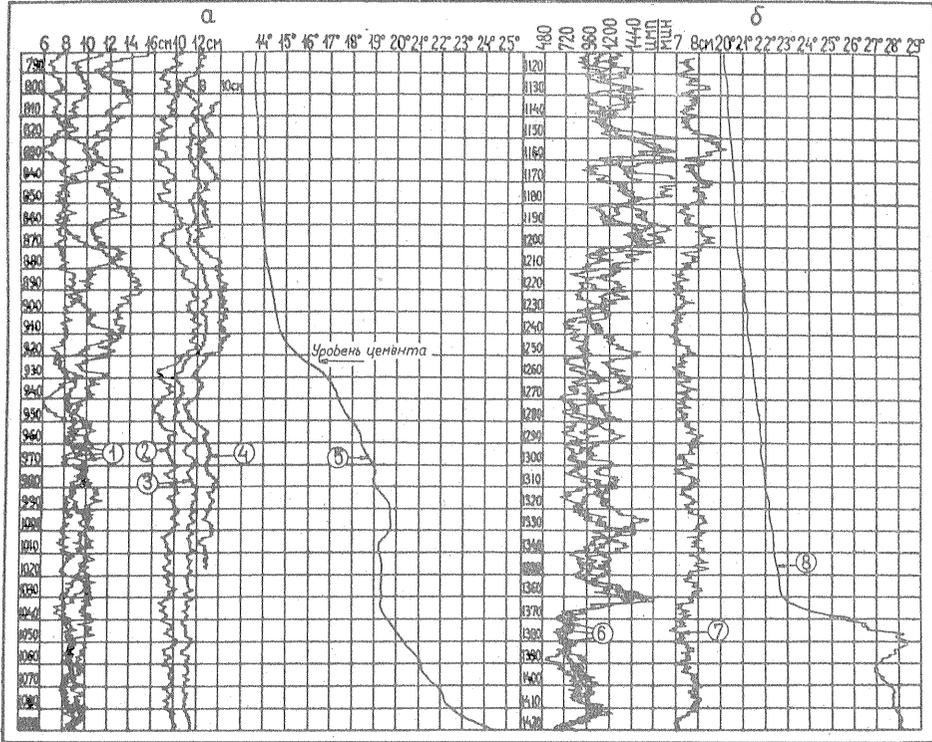


第2図 セメント検層と活性化セメント注入前および後に記録された GK グラフとの比較

“a” 曲線 1—セメント検層, 2—活性化セメント注入後の GK グラフ, 3—同じく注入前, 4—温度検層; “b” 曲線 5—セメント検層, 6—活性化セメント注入後の GK グラフ, 7—同じく注入前, 8—温度検層。

にわたり GK の高い示度が記録されているのに対し、セメント検層では、良好なセメント充填の境界は 1,380 m にある。第 2 図からは、最初の注入分を活性化してセメントの上がり高さを決定する方法は、大きな誤差が伴うことが判る。

第 3 図では、セメント検層は 1 系統測定器により、孔井 11 $\frac{1}{4}$ インチ、ケーシング 6 インチ（第 3 図 a）および孔井 11 $\frac{1}{4}$ インチ、ケーシング 8 インチ（第 3 図 b）で得られた GK の結果と比較されている。いずれの場合も GK カーブは、セメントの溶液の境界に対応して示度が高くなっている（第 3 図 a では 920 m、第 3 図 b では 1,362 m の深さ）。しかるに同じような変化は、測定全域にみられる。したがってセメント-溶液境界に必ず生ずる異常を区別することは困難である。



第 3 図 セメント検層と 1 系統測定器で記録された“ガンマ-ガンマ測定”グラフとの比較

“a” 孔井径 11 $\frac{1}{4}$ インチ、ケーシング径 6 インチ、曲線 1—セメント検層、2, 3, 4—GK グラフ、5—温度検層；“b” 孔井径 11 $\frac{1}{4}$ インチ、ケーシング径 8 インチ、曲線 6—セメント検層、7—GK グラフ、8—温度検層。

上記の比較は、温度測定法・セメント活性化法および普通の GK 法に較べて、新しい方法および測定器が優れていることを示している。そのおもなものは、ケーシングの周りのセメント充填の質を知ること（割れ、硬化したセメント、巣、片寄り充填領域の発見等）、すなわち、セメント充填の質のおおまかな評価ができることにある。上記の他の方法では、このような問題の解決はできず、充填の質には関係なく、ケーシングの周りのセメントの上がり高さを、しかもある場合には相当の誤差をもって示すだけである。

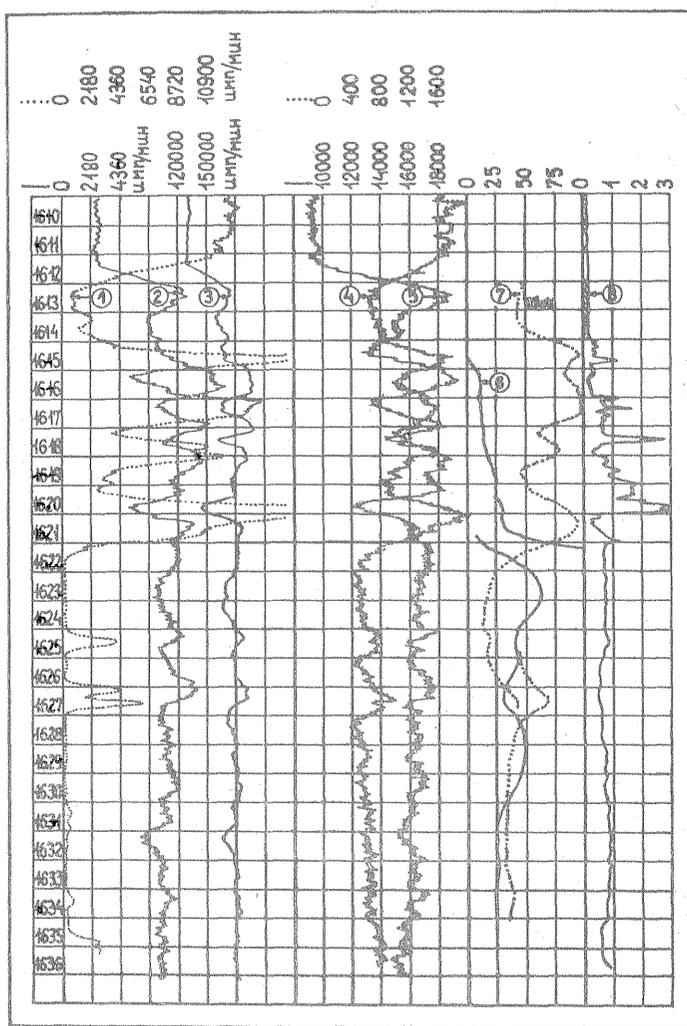
1960, 1961 年に、全ソ地球物理研究所ボルガーウラル支部で、超熱中性子による、HHK の 2 つのカーブと、GK の 1 つのカーブを同時に記録でき、地層、特に弱放射性地層の定量的知見を得るために使用される 3 系統測定器“PK”を開発した。超熱中性子による HHK 2 つのカーブの同時記録は、同様に 3 系統測定器として使用できる他の測定器（たとえば HHK と HGK、または 2 HGK）と較べて次のような課題を解決できる。

- 1) 測定結果を直接比較して物質の定性的な評価ができる。

2) 合わせて同時に読み取る場合、測定時における粘土質硬皮^{訳注2)}の歪み影響を少なくできる。本器はプローブとユニバーサルタイプ地上パネルからなる。プローブにはシンチレーション・カウンタが使用されている。中性子検出器はパラフィンおよびカドミウムで被覆されている。パルス選択限界は、ノイズパルス最大振幅 $\Phi 3Y$ と、有効シグナル最小振幅の間の領域にとられる。このため $\Phi 3Y$ における電圧変化 2~4%、電子回路と選択限界の感度変化 15~20% は、計器出力端において 2% 以下の計数率に変換される。

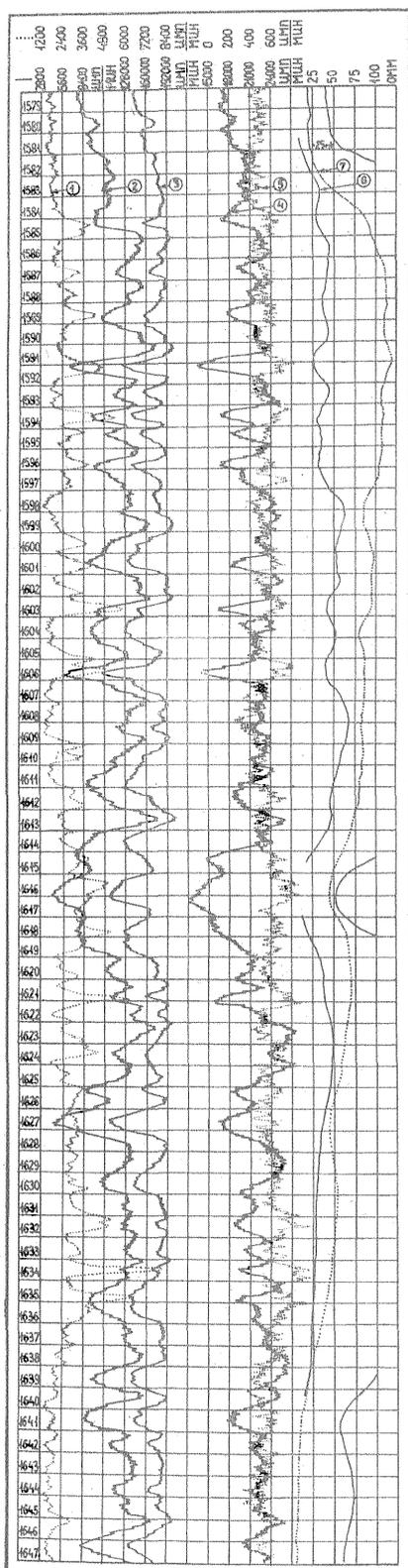
上記検出器作動方式は、 $\Phi 3Y$ 電源の安定回路を著しく簡素化し、したがって、全面的なトランジスタ化を可能にしている。測定器の3系統の電子回路は全く同一であり、また同一ブロックからなっている。プローブは長さ 3,700 mm、口径 89 mm、重さ 70 kg、中性子線源の適当な強さは 2~3 キュリーである。許容最大圧力 500 kg/cm²、温度 60°C 以下。現状では、本器の利用は主としてボルガ-ウラル油田地帯に限定されている。

地上パネルは4チャンネルを持ち、それぞれのチャンネルは、トランジスタ化された次の主ブ



第4図 陸生層に対する3系統測定器で記録されたグラフと、標準型 PK および電気検層図との比較
 曲線 1—ГК, 2—ННК-47, 3—ННК-23 (3系統測定器), 曲線 4—ГК, 5—ННК (測定器“ННК-55”), 曲線
 6, 7—標準型電気検層, 8—キャリバン。

訳注2) 泥壁の意と思われる。



ロックからなる。

1) パルスセクタ (1, 2 系統にはプラス, 3, 4 系統にはマイナス), 選択限界は Засветка 法^{注3)}により調整コントロールできる。

2) 整形マルチバイブレータ: マルチバイブレータは, 1 と 2, 3 と 4 が一組になっていて, 単心コード使用の際, 各一对の系統から単極性パルスを分離することの可能な, アンチコインシデンス回路に含まれている。

3) 計数ユニット

4) 増幅器と指示ユニット積分回路からなる計数率計

本測定器の, 標準型測定器に対し優れた点は,

1) 高速カウントと良好な記録計時間特性による高い測定許容速度 (3~5 倍)。

2) 孔井水と地層水塩分による HHK 示度に対する影響が少ない。

3) 両系統示度の比較により HHK グラフの質をコントロールできる。また同様にして泥壁の歪み影響を制限することができる。

4) 弱放射性地層に対し, 優れた分解能をもつ。

第4図には, ツィマジンスキー油田の1孔井から, 本器で得られた検層図が示されている。測定は陸生層について, 縮尺 1:50 で行なわれた。図による比較のために, HGK 測定器で記録された PK 放射線測定グラフとスタンダードな電気検層図が示されている。図から3系統測定器で記録された GK グラフでは, HGGK 測定器で記録された GK グラフと PC (電気測定) カーブでは, 識別できない 20 cm 以下の粘土層が区別されることが判る。

HHK の分解能は, HGK と同じく 50 cm 以下である。

興味をひくのは, カドミウムで覆われたプローブで記録された HGK グラフで, 下位鉄床に較べて低い示度で分解されている 1,620.2~1,620.8 m の領域でみられる特徴である。HHK ではこれが逆の形になっている。上記領域の地

第5図 陸生層に対する系統測定器で記録されたグラフと標準型 PK および電気検層図との比較

曲線 1—GK, 2—HHK-47, 3—HHK-23 (3 系統測定器), 曲線 4—HGK, 曲線 5—GK (測定器 HGGK-55)。曲線 6, 7—標準型電気検層。

訳注3) 発光, 閃光等の意味がある。

層は強い塩分を多量に含有する siltstone であると考えられる。

1,621~1,635 m 領域の砂層部の多孔性は、18% から 26% まで変化している。HHK 示度（大型検出装置）60% およびスタンダード HGK 15% の変化はそれぞれに対応している。

第5図には同じ油田の孔井内の炭酸質部に対する比較が示されている。3系統測定器で記録された GK グラフでは、20~25 cm の地層が、明らかに分離されている。HGK 測定器で記録されたグラフおよび特にスタンダードな電気検層グラフの分解能は著しく悪い。同時に記録された HHK グラフは互いに、また一般的な特徴の点で良く対比されている。それぞれの領域、たとえば 1,603~1,605.5 m について、HHK と HGK の本質的な差異は、地層水中の塩素および地層のドロマイト化作用の程度の、2つの方法に及ぼす異なった影響と明らかに結びついている。

GK および中性子検層測定は標準化されたもので行なわれた。

中性子検層標準器にはパラフィン円筒が用いられる。パラフィンの層が適当な厚さの場合（50 mm）標準化は地上で、種々な物体の近くでも行なうことができる。GK 標準器には、標準化の際に計器にかぶせて使用するカリ塩円筒が使用されている。

第4図には同一孔井で2つの異なった測定器で記録されたグラフが比較されている。測定時におけるお互いの計数率が 30~50% 異なっているにもかかわらず、標準化されているためにグラフでは 2~5% の精度で一致している。

アゼルバイジャンのトラスト “Azneftegeofizika” で放射能測定器の全シリーズが製造され、放射能検層、坑井の技術的コントロール、また同時に油田、炭田開発に伴う調査活動を保証している。ここで製造されている測定器の構造は、アゼルバイジャン地方における油井の特殊条件、すなわち高深度、大圧力および高温度を考慮して設計されている。

2~5年間に、上記放射線測定器はアゼルバイジャン地方だけでも、9,400以上の油井、ガス井の検層に用いられ、その経済性は著しく大なるものがある。