

石油・ガス 鉱床の電気探査(その3)\*

V. N. Dakhnov

大野博教 訳

§ 62 4層および多層曲線の解釈

4層 VES 曲線解釈法の基礎は3層曲線解釈法および4層曲線の図式作成法の項で触れた若干の考察とによって作られている。

4層曲線の解釈は次の順序で実施される。

まず、第3層が無限に大きな厚さを有していると仮定して、曲線の左の部分の型(H, A, K もしくは Q)に関して、それぞれの型の3層曲線解釈において使われている方法にしたがって解釈される。

$\rho_2$  を何らかの方法で求めて、 $h_1, \rho_1$  ならびに  $h_2$  とを決定し、次いで上部2層を等価な1層におきかえる。この層の比抵抗  $\rho_{1,2}$  と厚さ  $h_{1,2}$  とは解釈曲線の左部の型の種類に応じて次のようになる。

1) H 型解釈曲線

$$\rho_{1,2} = \frac{h_1 + h_2}{\frac{h_1}{\rho_1} + \frac{h_2}{\rho_2}}$$

$$h_{1,2} = h_1 + h_2$$

2) A 型曲線

$$\rho_{1,2} = \sqrt{\frac{h_1 \rho_1 + h_2 \rho_2}{\frac{h_1}{\rho_1} + \frac{h_2}{\rho_2}}}$$

$$h_{1,2} = \sqrt{(h_1 \rho_1 + h_2 \rho_2) \left( \frac{h_1}{\rho_1} + \frac{h_2}{\rho_2} \right)}$$

3) K 型曲線

$$\rho_{1,2} = \sqrt{\frac{h_1 \rho_1 + h_2 \rho_2}{\frac{h_1}{\rho_1} + \frac{h_2}{\rho_2}}}$$

$$h_{1,2} = \varepsilon \sqrt{(h_1 \rho_1 + h_2 \rho_2) \left( \frac{h_1}{\rho_1} + \frac{h_2}{\rho_2} \right)}$$

4) Q 型曲線

$$\rho_{1,2} = \eta \frac{h_1 + h_2}{\frac{h_1}{\rho_1} + \frac{h_2}{\rho_2}}$$

$$h_{1,2} = \eta (h_1 + h_2)$$

続いて、曲線の右の部分を第1層(仮想的の)の比抵抗  $\rho_{1,2}$ 、厚さ  $h_{1,2}$  と第2層の比抵抗  $\rho_3$  とが既知である3層曲線であるとみなして解釈を行なう。第3層(基盤)の比抵抗  $\rho_4$  は  $AB/2$  の値が充分大きいとき、曲線の右枝が漸近する  $\rho_K$  値から決定される。

\* В. Н. Дахнов: Электрическая разведка, Нефтяных и газовых месторождений, Гостоптехиздат, Москва, р. 350~373, 1953

4層 VES 曲線の解釈に際して、補助図葉  $H, A, K$  および  $Q$  がよく利用されている。第2、第3層比抵抗が正確には判っていないとき、等価の原理を解釈曲線に適用することによって生じ得る誤差の程度を知ろうとするには、第 180, 185, 188 および 190 図のノモグラムを利用すればよい。

例 第 191 図に示された VES 曲線を解釈しよう。 $\rho_2=20 \Omega\text{m}$ ,  $\rho_3=250 \Omega\text{m}$  で地層の微視異方性係数は  $\lambda_2=1.2$ ,  $\lambda_3=1.1$  である。

1. 図葉  $\Gamma\Pi$  2-1 が  $\Gamma\Pi$  3 によって  $h_1=20 \text{ m}$ ,  $\rho_1=200 \Omega\text{m}$  を決定する。図葉の原点を解釈曲線 1 の用紙の上に移す（点  $O$ ）。
2. 用紙を補助曲線図葉  $H$  上に重ねて曲線 2 ( $\mu_2=0.1$ ) を移す。
3. 図葉  $\Gamma\Pi$  2-1 上にふたたび解釈曲線用紙を重ね、図葉の座標原点を曲線 2 上からはずれないようにして用紙を移動し、解釈曲線の上昇部分の中間部  $ab$  と右方漸近線  $\rho_2'=\rho_3=250 \Omega\text{m}$  を有する図葉曲線 3 とが合流するようにする。曲線 3 は  $\mu_2=11$  なる係数を有する。
4. 点  $H$  の座標を決定して、 $\rho_{1,2}=22.7 \Omega\text{m}$ ,  $h_{1,2}=88 \text{ m}$  が得られる。
5. 補助図葉  $K$ （または  $K_M$ ）の原点を点  $H$  と重ねて解釈曲線用紙上に

$$\mu_2' = \frac{\rho_3}{\rho_{1,2}} = \frac{250}{22.7} = 11$$

なる  $K$  図葉の補助曲線 4 を移す。

6. ふたたび  $\Gamma\Pi$  2-1 の上に用紙をのせ、その座標原点を曲線 4 の上にあるようにする。解釈曲線の右枝と一致する曲線 5 を見付けることができる。この曲線の係数は  $\mu_2'' = \frac{\rho_4}{\rho_{1,2,3}} = 0.11$  である。図葉の原点の位置を曲線 4 の上におとす。この点が  $K$  点である。

7. 点  $K$  の縦座標  $\rho_{1,2,3}=110 \Omega\text{m}$  を決定し、図葉  $K$  の曲線  $\mu_2=\text{const.}$  を  $K$  点をとるようにひいて、 $\rho_{1,2}$  線と交差させる。この交点は  $H_4=260 \text{ m}$  を与える。計算から

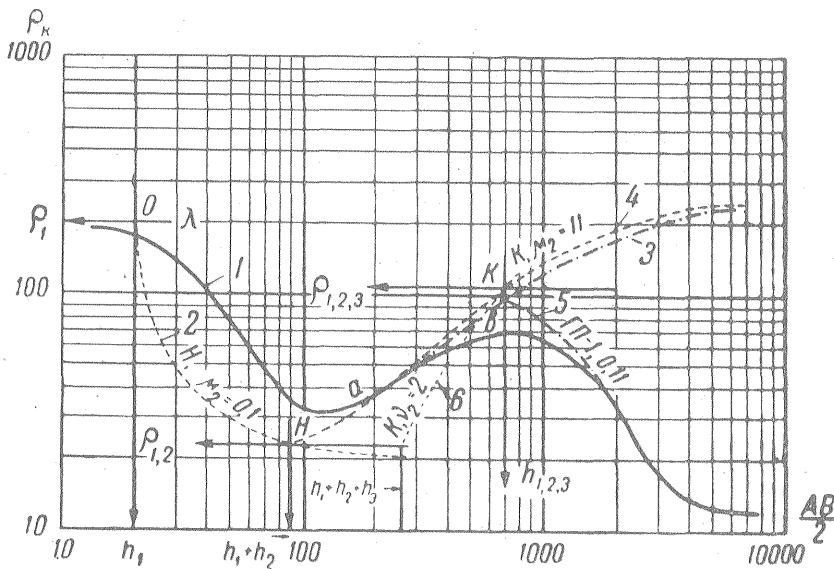
$$h_3 = H_4 - (h_1 + h_2) = 260 - 88 = 172 \text{ m}$$

8.  $\rho_{1,2,3}$  と  $\mu_2''$  とから

$$\rho_4 = \mu_2'' \rho_{1,2,3} = 0.11 \times 110 = 12.1 \Omega\text{m}$$

が得られる。

9. 異方性に関する補正を行なう。沖積土の異方性係数は未知であるが、これを 1 と仮定して



第 191 図 HK 型 VES 曲線の解釈例

も差支えない。補正を実施した深度の最終値は

$$\begin{aligned} H_2 &= h_1 = 20 \text{ m} \\ H_3 &= h_1 + h_2 / \lambda_2 = 20 + 68 / 1.2 = 20 + 56.5 = 76.5 \text{ m} \\ H_4 &= h_1 + h_2 / \lambda_2 + h_3 / \lambda_3 = H_3 + h_3 / \lambda_3 \\ &= 76.5 + 172 / 1.1 = 232.9 \text{ m} \end{aligned}$$

KH 型 4 層曲線の解釈は  $\rho_4 = \infty$  の場合には  $\rho_3$  が既知で  $h_3 > h_1 + h_2$  ならば、第 2 層の比抵抗  $\rho_2$  が正確には知られていない場合でさえも充分正確に実施され得る。

このような曲線の解釈においては、解釈曲線の右枝に漸近線 (S 線) をひいて、絶縁性媒質を被覆している地層の縦電導度を決定する。

$$S_{1,2,3} = S_1 + S_2 + S_3 = \frac{h_1}{\rho_1} + \frac{h_2}{\rho_2} + \frac{h_3}{\rho_3} \quad (407)$$

さらに、解釈曲線の左部と最もよく合致するような K 型図象曲線の一つをえらんで、 $h_1$  と  $\rho_1$  とを決定し、 $S_1 = h_1 / \rho_1$  を算出する。

$\rho_2$  が既知であれば、 $\mu_2$  を算出し、普通の方法で与えられた  $\mu_2$  なる K 型図象の一つにより、あるいは補助図象 K を使って  $\nu_2$  を決定し、 $h_2$  および  $S_2 = h_2 / \rho_2$  とを算出する。

次いで (407) から

$$S_3 = S_{1,2,3} - S_2 - S_1 = S_{1,2,3} - \frac{h_1}{\rho_1} - \frac{h_2}{\rho_2}$$

を決定し、 $\rho_3$  から

$$h_3 = S_3 \rho_3$$

を算出する。

基盤の深度は

$$H_4 = h_1 + h_2 + h_3 = S_{1,2,3} \rho_3 + h_1 \left( 1 - \frac{\rho_3}{\rho_1} \right) + h_2 \left( 1 - \frac{\rho_3}{\rho_2} \right) \quad (408)$$

となる。

KH 型曲線の解釈では、しばしば、 $h_3$  が  $h_2$  の数倍もあり、 $\rho_2$  が  $\rho_3$  の 10 倍以上の大きさをもつような場合に出会うことがある。この場合には、實際上充分な精度で、 $S_2$  を  $S_3$  や  $S_1$  に較べて無視することができる。そして

$$S_{1,2,3} = S_1 + S_3$$

とみなすことができる。したがって、 $h_3$  の計算には、

$$h_3 = \left( S_{1,2,3} - \frac{h_1}{\rho_1} \right) \rho_3$$

なる近似式を利用することができる。

さて、 $h_1$  が  $h_3$  に較べて充分小さく、かつ、 $\rho_1 > \rho_3$  なる場合もよくあることだが、この場合には、もっと簡単な式を使って  $h_3$  を計算することができる。すなわち、

$$h_3 = S_{1,2,3} \rho_3$$

$h_3 > h_1 + h_2$  で  $\rho_2 \gg \rho_1$  かつ  $\rho_2 \gg \rho_3$  のときには、第 4 層深度は實際上充分な精度で

$$\begin{aligned} H_4 &= S_{1,2,3} \rho_3 + h_1 \left( 1 - \frac{\rho_3}{\rho_1} \right) + h_2 \left( 1 - \frac{\rho_3}{\rho_2} \right) \\ &\approx S_{1,2,3} \rho_3 + h_2 \end{aligned} \quad (409)$$

または

$$H_4 = S_{1,2,3} \rho_3 + h_1 \quad (410)$$

を使って決定される。これは、通常

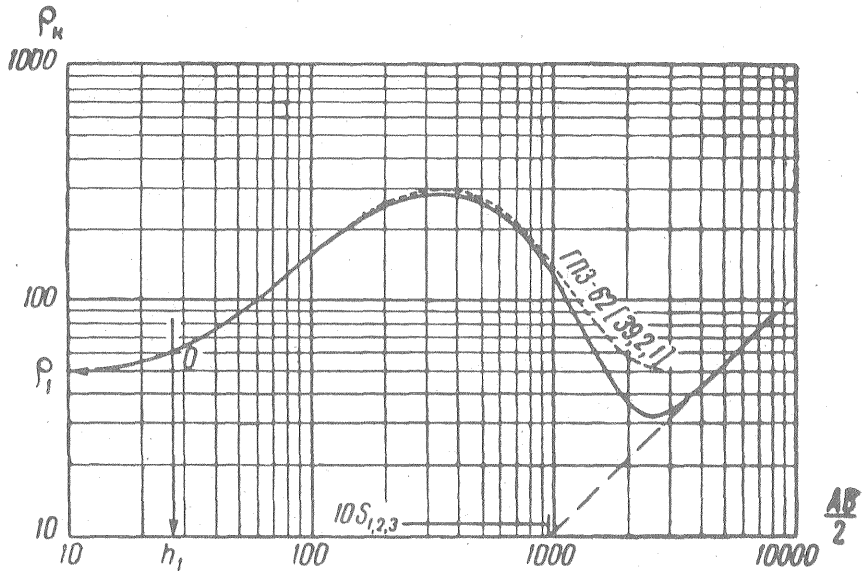
$$h_1 \left( 1 - \frac{\rho_3}{\rho_1} \right) - h_2 \frac{\rho_3}{\rho_2} \ll S_{1,2,3} \rho_3 + h_2$$

または

$$h_2 \left(1 - \frac{\rho_3}{\rho_2}\right) - h_1 \frac{\rho_3}{\rho_1} \ll S_{1,2,3} \rho_3 + h_1$$

であるからにほかならない。

次の例により、上述の説明が一そう理解されるであろう。



第192図 KH型VES曲線解釈

第192図に図示されているVES曲線から、第2層、第3層および第4層までの深度を決定しよう。ただし、 $\rho_2=3000 \Omega\text{m}$ 、 $\rho_3=10 \Omega\text{m}$ 、 $\rho_4=\infty$ であることがあらかじめ判っているものとしてしよう。

1. 図葉ΠII 2-1 を使って、第1層の厚さと比抵抗とを決定する。

$$h_1=27 \text{ m}; \rho_1=50 \Omega\text{m}$$

が得られる。

2. 曲線の右枝に接線をひき、縦電導度の和

$$S_{1,2,3}=h_1/\rho_1+h_2/\rho_2+h_3/\rho_3=95 \text{ mho}$$

を発見する。

$\rho_2 \gg \rho_3$ で曲線の形状から判断して、 $h_2$ は $h_3$ より小さいはずである。そこで、第2層の縦電導度を無視すれば、

$$H_4=S_{1,2,3}\rho_3+h_1=95 \times 10 + 27 = 977 \text{ m}$$

となる。また、第1層の縦電導度を無視すれば

$$H_4=S_{1,2,3}\rho_3=950 \text{ m}$$

となる。

3. 曲線の左部を図葉ΠII 3-62の $\mu_2=39$ 、 $\nu_2=2$ 、 $\mu_3=1$ を使って解釈する。

$$T_2=\mu_2\nu_2 \times T_1=39 \times 2 \times 27 = 105300 \Omega\text{m}^2$$

4.  $h_2=T_2/\rho_2=105300/3000=35 \text{ m}$

したがって

$$\begin{aligned} S_3 &= S_{1,2,3} - h_1/\rho_1 - h_2/\rho_2 = 95 - 27/50 - 35/3000 \\ &= 94.45 \text{ mho} \end{aligned}$$

$$h_3 = S_3 \rho_3 = 94.45 \times 10 = 944.5 \text{ m}$$

近似式を使って $h_3$ と $H_4$ とを計算すると次のようになる。

$$h_3 = S_{1,2,3} \rho_3 = 950 \text{ m}$$

$$h_3 = (S_{1,2,3} - h_1 / \rho_1) \rho_3 = 944.6 \text{ m}$$

$$H_4 = S_{1,2,3} \rho_3 + h_1 = 977 \text{ m}$$

$$H_4 = S_{1,2,3} \rho_3 + h_2 = 985 \text{ m}$$

すなわち、第3層の真の厚さ  $h_3 = S_3 \rho_3 = 944.5 \text{ m}$  と基盤の真の深さ  $H_4 = 27 + 35 + 944 = 1006 \text{ m}$  から 5% 以内の誤差で  $h_3$  と  $H_4$  とが決定されることになる。

5層ないしそれ以上の多層曲線は3層および4層曲線の解釈法に類似した方法によって解釈される。最初、曲線の左部を3層曲線として解釈する。その際、最下部層が無限の厚さをもつと仮定することはいうまでもなからう。次に、最初の2層を比抵抗  $\rho_{1,2}$ 、厚さ  $h_{1,2}$  なる等価層におきかえて、次のような断面の新しい3層曲線に移る。

$$h_1' = h_{1,2} \quad \rho_1' = \rho_{1,2}$$

$$h_2' = h_3 \quad \rho_2' = \rho_3$$

$$h_3' = \infty \quad \rho_3' = \rho_4$$

この曲線のはじめの2層は比抵抗  $\rho_{1,2,3}$  と厚さ  $h_{1,2,3}$  をもつ等価層によって置きかえられる。こうして、次のような3層曲線の解釈に移行する。

$$h_1' = h_{1,2,3} \quad \rho_1' = \rho_{1,2,3}$$

$$h_2'' = h_4 \quad \rho_2'' = \rho_4$$

$$h_3'' = \infty \quad \rho_3'' = \rho_5$$

以下、同様な手順を続ける [14, 16, 20]。

層数が多くなればなるほど、曲線の量的解釈は困難になることを指摘しておかねばならない。このような条件の下にあっては、各層ともそれほど大きな厚さをもっていないのが普通である。層数が多いときには、それらの層の中のあるものの比抵抗は知られていないのが普通であるので、等価の原理が断面の多くの部分で成立つことになる。このほか、断面の個々の層の比抵抗に関するデータが不足していることは、単にそれぞれの層の厚さの決定精度に影響を与えるばかりでなく、比抵抗が既知の部分の厚さや深さの決定の精度にも影響が現れてくる。このため、多層構造の場合には、5層あるいはそれ以上の多層曲線の解釈は近似的なものに過ぎないといえる。

もし基底媒質の比抵抗が無限大で、この媒質を被覆している真上の低比抵抗層の比抵抗が既知でしかもその層の厚さがその上部全層の厚さよりはるかに大きければ、多層曲線の解釈はこの場合に限って容易となる。この場合には、

$$h_{n-1} = [S_{1,2,3,\dots,n-1} - (S_1 + S_2 + \dots + S_{n-2})] \rho_{n-1} \quad (411)$$

および

$$H_n = S_{1,2,3,\dots,n-1} \cdot \rho_{n-1} + \sum_{i=1}^{i=n-2} \left(1 - \frac{\rho_{n-1}}{\rho_i}\right) h_i \quad (412)$$

になる。

式 (411) および (412) の右辺内の多項式中のある項は計算の最終結果には大した誤差を生ずるには至らず、そこでこれらの項を切りすてることができる。このようにして、中間層の中の若干の層の比抵抗および厚さについて正確なデータがなくとも、断面の基底部をなす絶縁性基盤の深度決定にそれほどはなはだしい誤差をもたらしませんむことがある。しかも、このような基盤深度を知ることが探査のうえで最も興味深いことも多い。

### § 63 傾斜した境界をもつ断面に関する VES 曲線の解釈

傾斜した境界をもつ断面に関する VES 曲線の解釈においては、VES 曲線の形状は探査しようとする構造断面を構成している岩石の比抵抗と厚さとに関係するのみならず、傾斜角にも関係する。

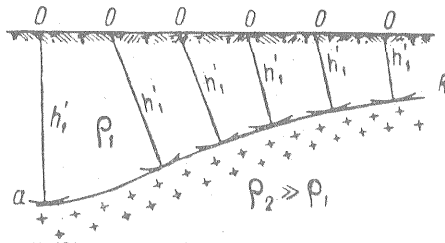
境界面の傾斜角がいろいろな値をとる場合の2層断面について計算された理論曲線（付録 Tab. XV 参照）の分析から次のような結論が得られる。

1. 地層の傾斜角が比較的大きくないとき（約 20°）でさえ、VES 曲線は水平境界をもつ断面の場合の曲線とかなり異なっている。VES 曲線が  $AB/2$  の増大とともに漸近する値  $\rho_{ac}$  は水平境界のときにみられるような底層比抵抗に等しくはならないで、被覆層と底層との比抵抗比  $\mu_2$  および界面傾斜角  $\alpha$  に関する別な値

$$\rho_{ac} = \frac{\rho_2}{\frac{\alpha}{\pi} \mu_2 + \left(1 - \frac{\alpha}{\pi}\right)} = \frac{\mu_2 \rho_1}{1 + \frac{\alpha}{\pi} (\mu_2 - 1)}$$

になる。第 193 図上に種々の  $\mu_2$  値に対する  $\rho_{ac}/\rho_1 = f(\alpha)$  なる関係曲線が紹介されている [20]。

2. 境界面が傾斜しているとき、VES 曲線を（図葉  $\Gamma\Pi$  2-1 を使って）解釈する際決定される境界面深度は地表 VES 点から境界面に下した垂線の長さ但实际上等しい（第 194 図）。この特性は VES 点が境界線に垂直な測線に沿って配置されているとき、与えられた、VES から基盤面深度およびその傾斜角を決定することが可能である [11]。この目的のためには、測線に沿って適当な間隔で VES 点を選ぶ。各 VES について  $\mu_2 = \text{const.}$  の  $\frac{\rho_K}{\rho_1} = f\left(\frac{AB}{2h'}\right)$ （付録 Tab. XV）を利用して、あるいは極端な場合  $\Gamma\Pi$  2-1 を利用して、VES 点から探査層表面に下ろした垂線の長さ  $h_1'$  が決定される。次に、第 194 図に示すように、半径  $h_1'$  なる円弧をコンパスを使ってひく。各 VES からひかれた一連の円弧を包絡する線  $ab$



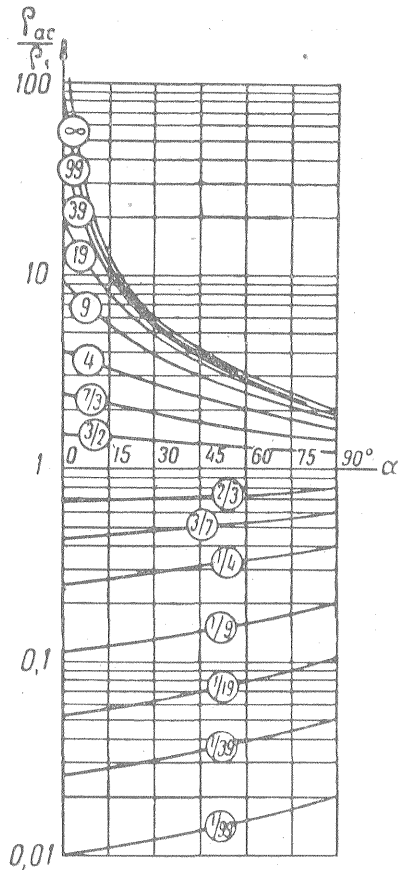
第 194 図 傾斜境界面の場合の VES 曲線の解釈例

を得ない。このような条件の下では対象とする境界面の傾斜角が約 20~25° までは、VES の解釈に際して図葉  $\Gamma\Pi$  を利用してもよい。

§ 64 水平方向の不均質岩石や地表面の起伏などによって生ずる VES 曲線の歪み

VES 曲線の形状は次のような場合に著しく変化することがある。またそのような場合には、解釈も困難となることもある。すなわち、

- a) 給電電極や測定電極が急傾斜している地層を横切るとき



第 193 図 種々の  $\mu_2$  値（小丸で示してある）に対する  $\rho_{ac}/\rho_1 = f(\alpha)$  なる関係を示す曲線

が探査地層の表面の深度とその表面の形状を決定する。

$\alpha$  と比  $\rho_{ac}/\rho_1$ （被覆層の比抵抗に対する見掛比抵抗漸近値の比）を知って、第 193 図に引用されている曲線群から求める地層の比抵抗値を決定する。基盤岩傾斜面が地表に露呈しないとき（例えば、埋没褶曲構造のように）VES 曲線は水平境界面の場合とほとんど変わらないことを認めざる

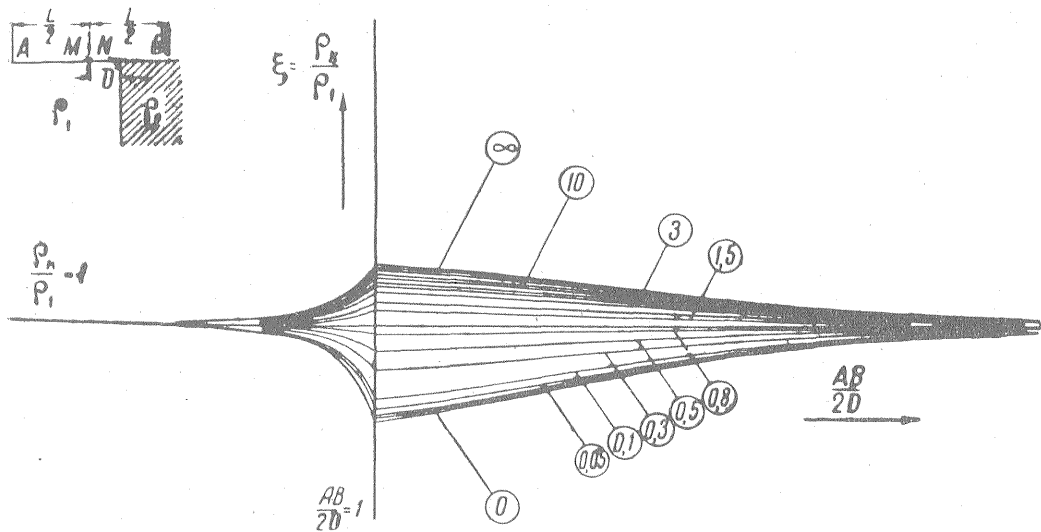
b) 地層が地表に露呈し、あるいは比較的薄い沖積土の下部に存在している地区の近傍に AB 線や MN 線が設けられているとき

$\rho_2 > \rho_1$  なる 2 つの媒質の境界面に垂直に AB 線が設けられているとき、給電電極の一方 (例えば A) が境界面に接近するにしたがって、見掛比抵抗の増大が VES 曲線上に観察される (第 195 図)。この増大は電極 A が境界に達するまで続き、その後は見掛比抵抗値が減少するようになる。

特に目立った見掛比抵抗の減少は厚さが有限で比抵抗の高い層の第 2 の境界を電極 A が越えたときにみられる。

高比抵抗物による電流の遮蔽効果によって生じた見掛比抵抗の増加とその後につづく低減を実際には存在しない高比抵抗の薄層が断面内にあるように誤まって解釈されることもあり得る。

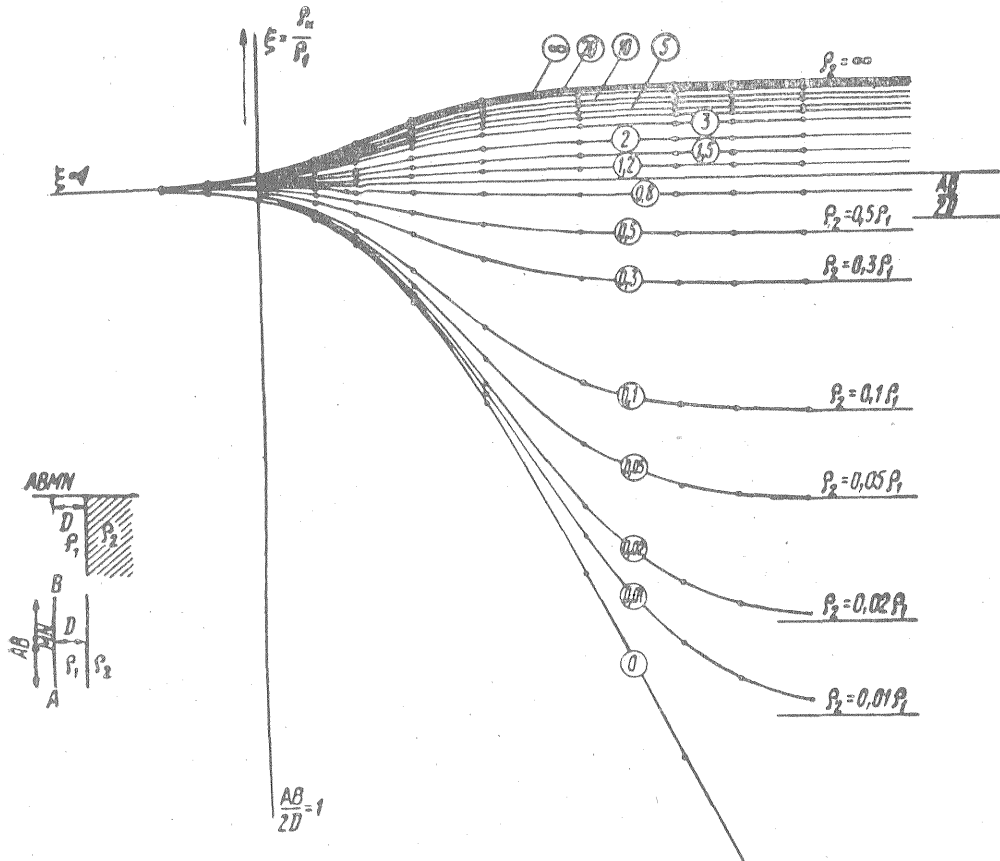
測定電極 M, N が設けられている媒質の比抵抗  $\rho_1$  と異なる比抵抗  $\rho_2$  を有している層の垂直境界面に平行に AB 線が設けられているとき、給電電極と測定電極との間の距離の増大にしたがって、見掛比抵抗の増大 ( $\rho_2 > \rho_1$ ) または減少 ( $\rho_2 < \rho_1$ ) が VES 曲線上で観察される。このような場合、VES 曲線は一見 VES 配置部に高いもしくは低い比抵抗の基盤岩が存在するかのような形状を示すことになる。



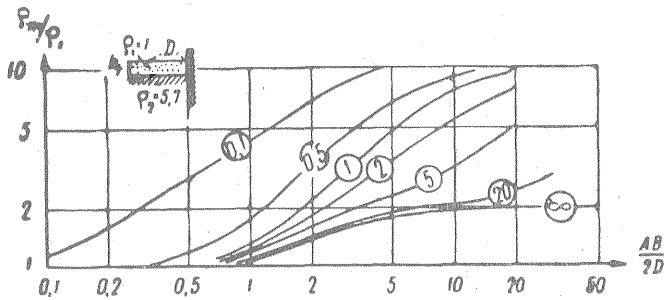
第 195 図 地層境界面に垂直な方向に A と B とがのびているときの VES 曲線 (小丸印内の記号は  $\rho_2 = \rho_K / \rho_1$  値を示す。VES 曲線はこれらの値について計算されている。)

給電線が高比抵抗または低比抵抗の第 2 の媒質と対象均質媒質とを分けている垂直境界面に平行に起っているときについて計算された曲線群  $\rho_K / \rho_1 = f(AB/2D)$  が第 196 図に例示されている。このような曲線を解釈すると、高比抵抗あるいは低比抵抗の埋没岩石が探索断面に存在していると誤った結論に達することがある。

第 197 図上に、断面が 2 層特性をもち、これら 2 層が無量大比抵抗媒質と垂直境界をもって接しているというより複雑な場合が示されている。VES 曲線は 3 層 A 型状曲線になり、この曲線を解釈すると誤った結論が得られることになる。同図に示された VES 曲線に着目すると、第 1 層の底面深度が正しく決定されるのは次の場合に可能であるに過ぎないことがわかるであろう。すなわち、深度が VES 点から垂直境界面までの距離  $D$  に較べて非常に小さいか、非常に大きい場合で、後者の場合には垂直断面が 2 層断面をなし、VES 点の近くにははなはだ高い比抵抗の岩石が露出していることがあらかじめ判っていなければならない。高比抵抗垂直接触面が存在するとき、 $AB/2D$  が増大するにつれて漸近する  $\rho_K$  値に等しい比抵抗をもつ水平基盤の場合に観察されるよりも、曲線左部でもっと激しい上昇が曲線上にみられることを強調しておかねばな



第 196 図 地層境界面に平行な方向に A と B とがのびているときの VES 曲線（小丸印内の数字は曲線が計算された  $\rho_2 = \rho_2/\rho_1$  値を表わす）。



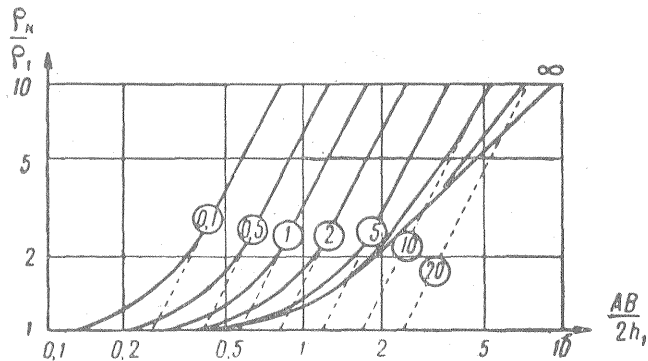
第 197 図 無限大比抵抗媒質との接触面が付近に存在するときの 2 層断面 ( $\rho_2 = 5.7\rho_1$ ) に関する VES 曲線（丸印内の数字は曲線の計算された  $h_1/D$  値を示す。）

るまい。

上記の特性を示す場合には VES 点の近傍にきりたった地層が存在する可能性がある。谷部に沿って配置された VES 曲線はさらに歪むようになる（付録 Tab. XVI）。この場合、VES 曲線上に  $\rho_K$  の極大または極小が観察される。そこで、高比抵抗あるいは低比抵抗の薄層が埋没しているように誤まって解釈される。もし VES 点が非常に高い比抵抗の岩石に囲まれた溝部または埋没谷の軸上にあるならば、垂直探査曲線は第 198 図に示したような形状をなす。これらは  $63^\circ 30'$  の角度で横軸と交差する漸近線を有している。下底部の深度は溝または埋没谷の幅が溝を満している岩石の厚さの 5~10 倍をこえるようになれば決定される。それ以外の場合には、曲線の上昇が



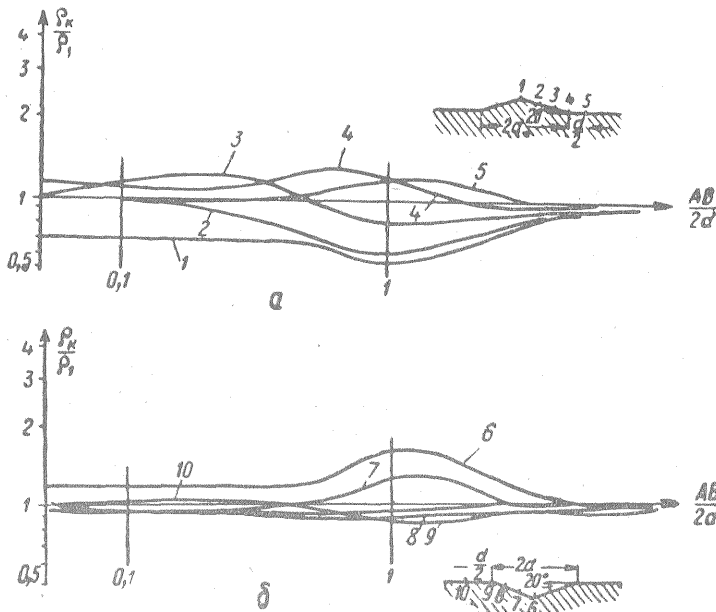
はじまる点は谷を満している岩石の下底面深度を決定するものではなく、溝の縁から VES 点までの距離を決定するに過ぎない。VES 点が溝の対称軸に沿って配置されていなければ事態はもっと複雑になる。



第 198 図 はなはだ高い、実際には無限大とみなされる比抵抗の岩石内の溝の軸に沿って得られた VES 曲線。丸印内の数字は曲線のパラメータ  $2D/h_1$  である。

水平探査曲線はもちろんのこと、VES 曲線も VES 配置が刃状突起地形を横切るとき、この地形によって著しく歪む [8]。

例えば、稜線に垂直に電極 A, B が設けられていて、頂上に VES 中心点が設けられているとき (第 199 図, a; 曲線 1), A と B とが山頂から脚部に近づくにつれて見掛比抵抗の減少が観察される。この減少は電位電極 M, N 間の電流密度の減少によって説明される。AB が次第に増大するにつれて見掛比抵抗の減少は増大に変わる。VES 配置が谷の中央部にあるとき (第 199 図, b), 逆の状況が観察される (曲線 6)。山麓部 (曲線 4) あるいは谷の縁部 (曲線 9) に VES 点が位置するとき、VES 曲線はもっと複雑な様相を呈する。この場合には  $\rho_K$  の局部的

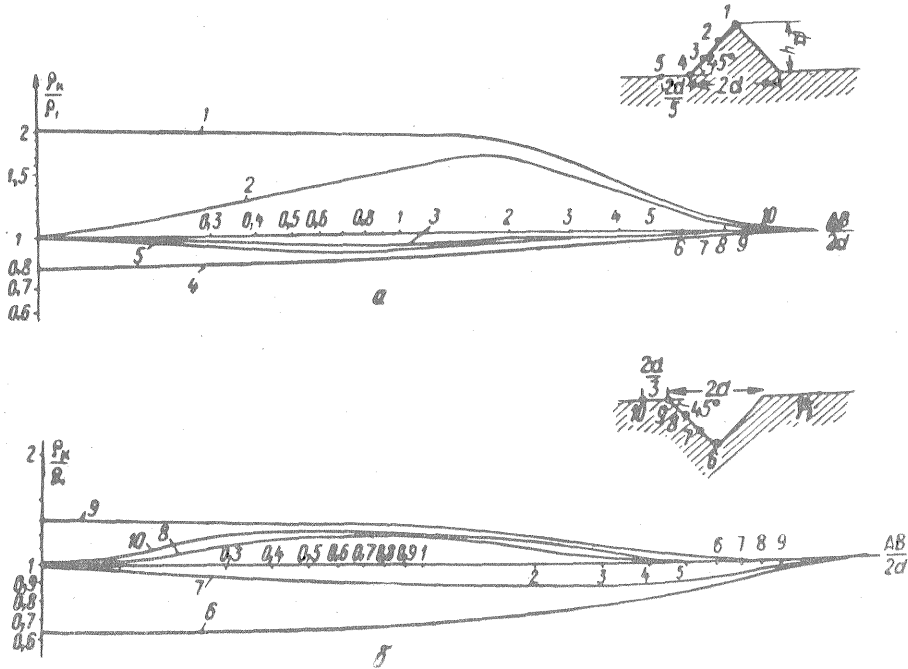


第 199 図 山 (a) または各 (b) に垂直な方向に配置されたときの VES 曲線。曲線の添数字は断面内の VES 点に対応する。

な増大（谷地形）または減少（山地形）の代りに比抵抗の上昇または低下を示す2つの異常域が認められる。

給電電極が谷または山に沿って配置されているときにも、VES 曲線の歪みが観察される（第200図）。この歪みは前の場合ほどひどいものではないけれども、それでも、経験の浅い解釈者が解釈すれば、この歪みを表層比抵抗と異なる比抵抗をもつ別な地層が存在するためだと誤認するかもしれない。

例えば、VES 曲線が山部に沿って得られたものならば、 $AB/2 > h_{xp}$  ( $h_{xp}$  は山の高さ) のとき、 $h_{xp}$  に近い深さに低い比抵抗の岩石が横たわっているかのように、VES 曲線が減少を示している（第200図、曲線1）。



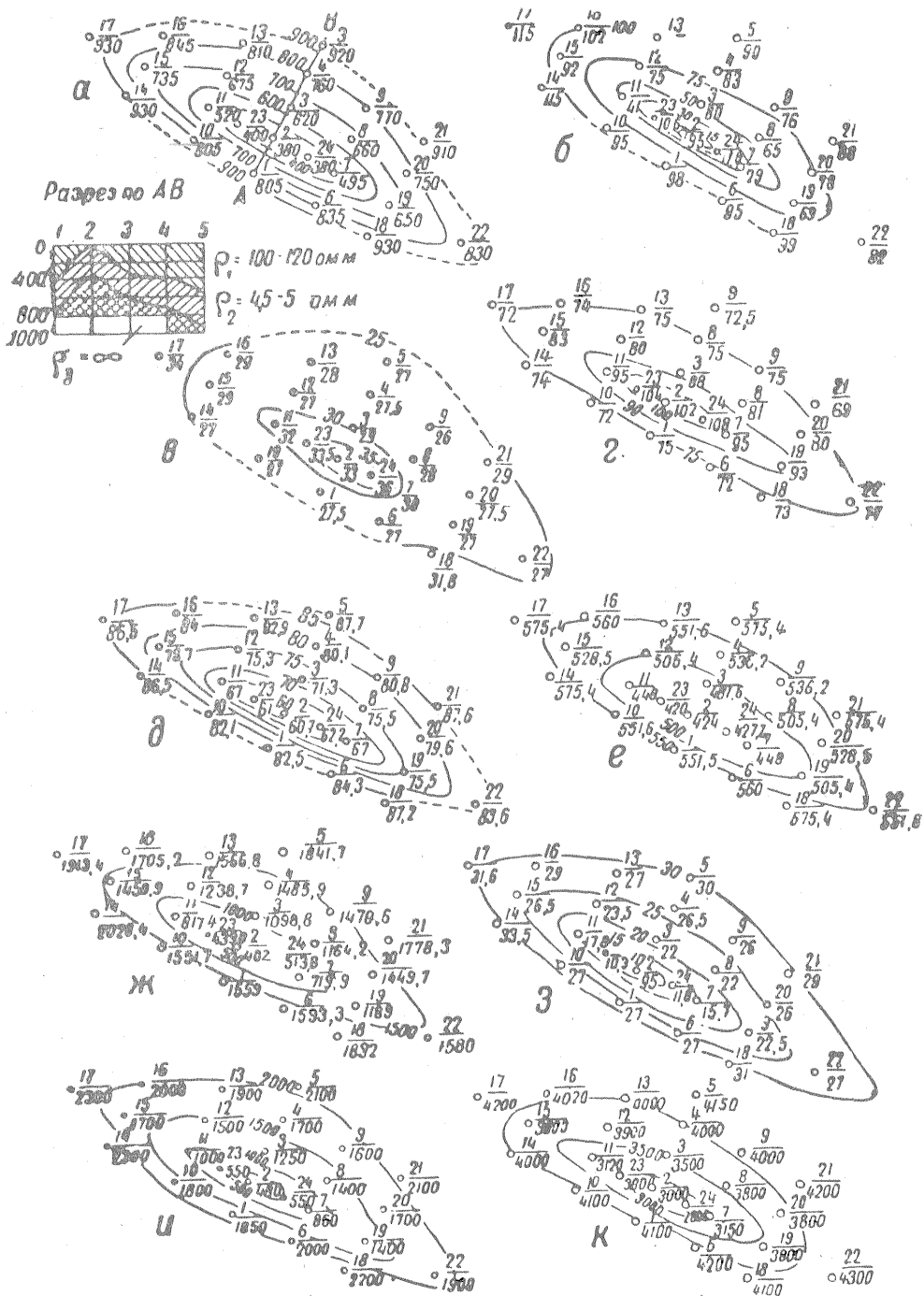
第200図 給電電極が山沿いに設置されたときの VES 曲線 (a) と谷沿いに設けられたときの VES 曲線 (b)。曲線の示数は曲線の対応する断面上の VES 点番号を示す。

傾斜層や地形等によってひきおこされる歪みのために、VES 曲線の解釈が大きな誤りに導びかれ得るので、傾斜層地形あるいは鋸歯状地形をもつ地域で実施された VES 曲線を解釈する際には非常な注意を払わねばならない。

上に述べたような原因によって生じた曲線の歪みを正しく判定するには、VES 曲線の解釈に当って、その形状のみならず、近傍の他の VES 曲線の形状をも考慮する。換言すれば VES が実施されている地区内の岩石の見掛け比抵抗および真比抵抗値の変動特性をも考慮することが必要である。クサビ状地形をもつ地域で VES が実施されるときには、 $AB$  線および  $MN$  線をできるだけ稜または谷沿いに配列することを奨めたい。この条件の下で、傾斜層や地形の起伏によって生じた曲線の歪みは、 $AB$  線、 $MN$  線が他の方向をとるとき生じた歪みに比べて最小となる。

### § 65 構造図、地質—地球物理学的断面図および比抵抗分布図構造図

VES 曲線解釈に基づいて得られたデータから構造図を作成する方法はボーリングの結果からこの構造図を作るのと何ら変りはない。被覆層の異方性について補正を行なった後、水平層上面深度  $H_e$  と VES 中心点 ( $O$  点) の海拔高度  $A$  とが判れば、この水平層の絶対標高  $H_{ax}$  が決定され



а-ρ₃ 層上面構造図 б-AB/2=500 m の見掛比抵抗分布図 в-AB/2=2000 m の見掛比抵抗分布図  
 г-AB/2=6000 m の見掛比抵抗分布図 д-S 分布図 е-誘導された等深線図 ж-最大深度等値線図  
 з-極少見掛比抵抗分布図 и-極少見掛比抵抗を生ずる AB/2 値の分布図 к-ρₖ=50 Ом に対する  
 AB/2 値の分布図 VES 点の数字は分子が測点番号, 分母が分布図を作成する基になる 径数値を表  
 わす。

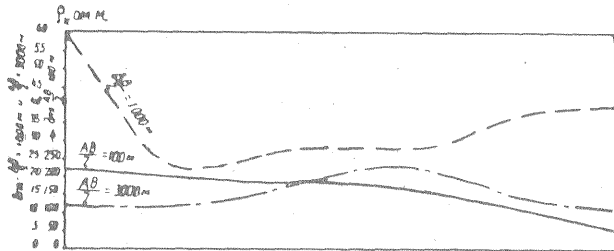
第 201 図 VES データから作成された構造図および地球物理学的断面図

$$H_{ax} = A - H_x$$

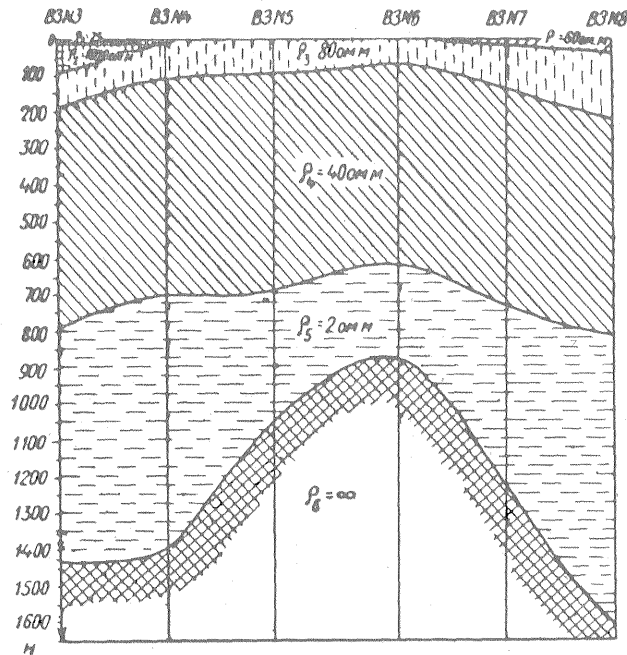
となる。これから構造図が作成される。

標高は図上 VES 点の近傍に記入される。これから等高線がひかれる（第 201 図 a）。等高線の位置は構造の周縁部では比例配分あるいは高さの調和から決定される。一方、ドームの中心部では測線に沿って作られた補助の地質—地球物理学的断面（第 201 図 a）のデータから発見される。断面上、VES 点に探査対象たる境界面深度が記入され、次いで、この深度点をドーム状地域の構造断面を最もよく反映すると思われる平滑曲線によって結ぶ。

VES データから構造図を作るのに際して注意せねばならないのは、等高線が鋭く屈曲したり、互いに接近したりする部分での等高線のひき方である。VES に際して測定が岩石の大きな容積に関係する理由により、埋没隆起部の細かな起伏は現われてこないのが普通で、等高線の走り方が鋭く変化するのは、対象層の表面の高度変化のためというよりは、解釈の誤りのためであると考えるのが妥当である。このため、埋没地形の様相がはげしく変動する地域での解釈は入念に行なわなければならない。そのうえ、必要ならば、給電電極の方向を変えた補足的な垂直探査を実施すべきである。



a



b

第 202 図 地質—地球物理学的断面ならびに見掛比抵抗断面図

地質—地球物理学的断面図

地質—地球物理学的断面 (第 202 図) は VES 測線に沿って作成される。この断面図には各比抵抗層が書き入れられ、その比抵抗値も図に付記されている。層位学的集合体の決定に關係する各比抵抗層は一般に認められている地質学的表示法にしたがって表現される。

真比抵抗分布図

真比抵抗分布図は VES 曲線の解析データから断面の各層について作成される。一方、表層については、簡単な断面の場合にはある電極間隔の水平探査曲線のデータから作成される。この分布図は同分布図が作成されている層の岩質の変動特性の研究に役立つ。真比抵抗分布図の作成法は § 55 で詳細に述べた見掛比抵抗分布図の作成法と何ら異なるところはない。

砂質粘土層に対する真比抵抗分布図は砂に富む区域を浮き彫りにし、または砂分に欠ける地域を指示して、浅部の沿岸相の分布範囲を定めることが可能である。

礫岩層の比抵抗分布図は粗礫に富む地域を目立たせ、これから旧河川の扇状地の輪郭を研究する一助となる可能性を示している (第 203 図)。

碎屑物を含んでいる粘土の比抵抗  $\rho^a$  が既知ならば、礫岩の比抵抗  $\rho^{kg}$  の値から碎屑物の平均含有率  $m$  (%) を近似的に評価することが可能である。このためには第 13 図に導びかれている関係式  $P_v = f(k_v)$  を利用する。この際

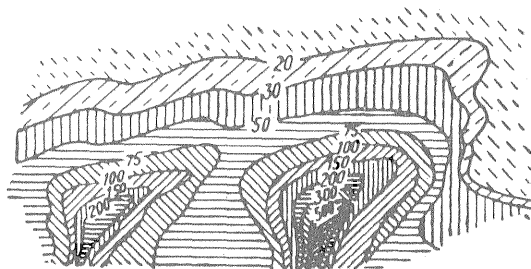
$$P_v = \frac{\rho^{kg}}{\rho^a}$$

を見積り、第 13 図に示した曲線 2 から  $k_v$  を決定し、求める  $m$  を算出する。

$$m(\%) = 100 - k_v(\%)$$

石灰岩の比抵抗分布図は破碎質部分の発達したカルスト性地層の位置の推定に役立つ。

研究対象たる層断面を構成している地層の真比抵抗等値線図は断面の岩質の変動特性の研究のみならず、石油・ガス層探査においてはなほ重要なことであるが、探査地域の埋没構造についての表現をより正確に実施するためにも有益なデータとなることを強調しておきたい。構造の生成には、堆積岩表面が常に変転し、また不均等の造山運動ないし侵食作用を受けながらもその堆積が著しい厚さに達しているほど長年月を要するものである。この場合、堆積岩の岩質は生成条件に関して変化することが観察される。とくに深海では、低比抵抗の厚い粘土の堆積がみられている。これは隆起部では比抵抗の高いシルト・砂および石灰岩層にとって代られている。沿岸地帯では海底の沈降部がしばしば海流と河川とによって運搬された高比抵抗の砂分で満されてい



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10

- 1. <20Ωm,      2. 20~30Ωm,      3. 30~50Ωm,
- 4. 50~75Ωm,    5. 75~100Ωm,    6. 100~150Ωm,
- 7. 150~200Ωm, 8. 200~300Ωm,    9. 300~500Ωm,
- 10. >500Ωm

第 203 図 被覆層の真比抵抗分布図区域

る。一方、隆起部ではより導電性の粘土によって満されている。

すべての地球物理学的探査方法の中で電気探査はその岩質上の特徴から堆積岩地層断面をも最も詳細に識別する可能性を有していることを銘記すべきである。残念ながら、このような点は探査員の注目するところとならず、むしろ彼らの注意が電気的水平層から地域の構造の研究を行なう面に向けられているときでさえも、下部層の構造に堆積岩岩質の変動が関係しているという周知の事実が目に向けられてはいない。電気探査のデータを完全なものとするためにはこの欠点は是正されなければならない。VES 解釈データと水平探査曲線とから作られた真比抵抗分布図は層面深度分布図と同様に基礎的なデータである。このような分布図の地質学的解釈は必ず探査地層の真比抵抗分布図と埋没構造の特性ならびにその変動に関するデータの記録を用いて実施せねばならない。その際、地層形成の次の段階の可能性を必ず顧慮する必要がある。すなわち、次の段階には深海性堆積物は隆起し、逆に浅海性堆積物はもっと深部に沈むことがわかる。

## § 66 垂直探査結果の質的解釈

探査区域内の構成岩石の比抵抗に関する知識が欠けているときや、多層構造の場合のように VES の正確な量的解釈が行なわれ難いときでも、垂直探査の結果はその区域内の地下構造に関する一般的な（あるいは定性的な）知識を与えてくれる。

こうした目的のためには、次のような分布図が作成される。

- (1) 見掛比抵抗分布図
- (2) 縦電導度分布図および横抵抗分布図
- (3) 最大深度等値線図
- (4) 曲線の極小点または極大点における見掛比抵抗の等値線図
- (5) この点の横座標の等値線図
- (6) 曲線の傾斜角分布図ならびに見掛比抵抗比分布図
- (7) VES 曲線の型分布図
- (8)  $\Delta S$ ,  $\Delta \rho_K$ ,  $\Delta \rho_K^{\max}$ ,  $\Delta \rho_K^{\min}$  ベクトル図
- (9) 見掛比抵抗断面図

垂直探査法による測定結果の質的解釈を実施することは VES データの完成の最初の段階であるものとして是非お奨めしたい。この場合には、その後で、より正確なしかもはじめて VES 曲線の量的解釈が実施されるとしても、探査区域の地電気学的構造に関する一般的知識をあらかじめ得る目的で、質的解釈が行なわれるのである。上に列挙した図式資料のいくつかを併用すれば、量的解釈もきわめて正確にしかも明快に行なわれ得るものと思われる。

### 1. 見掛比抵抗分布図

VES のデータから見掛比抵抗分布図を作成し、その分布図を解釈する方法は水平探査のデータから見掛比抵抗分布図を作成し、解釈する場合と変りはない。そこで、このような分布図の作成ならびに解釈法は § 55 に詳細に記述されているので、それを参照して貰うことにして、ここではその方法の細部には触れないことにする。

ただ、異なる電流電極間隔で測定がなされた  $\rho_K$  値を多数含んでいる VES のデータからの方が、水平探査データからよりも数多くの分布図を作成することができる点に注目しよう（第 201 図、b, B および r）。この方が調査地域の構造の深さに関する変動特性をより十分に明らかにしてくれる。そのため、VES の結果を利用する方が水平探査の場合よりも利点がある。

反面、探査区域内における VES 点の密度がはなはだ小さいために上記の長所が常に十分に発揮されるとは限らない。水平探査の結果から作成された見掛比抵抗分布図は与えられた探査深度に対して電流電極間隔を正しく選択する限り、垂直探査の結果から作成された比抵抗分布図よりももっと細部が明確になる。

VES のデータから見掛比抵抗分布図が作られるのは中間層の比抵抗に関する知識が欠除して

いて VES 解釈があいまいになる場合が多い。その解釈の妥当性は見掛比抵抗分布図によって確認されたり否定されたりするであろう。このような分布図は § 55 でも述べたように、あるいはまた第 201 図の a に示された構造図と同図 6, B ならびに r に示された比抵抗分布図とを比較すれば了解されるように、探査区域内における地下構造を充分正確に決定することがしばしばある。

2. 縦電導度  $S$  分布図および横抵抗  $T$  分布図

縦電導度  $S_i$  と横抵抗  $T_i$  とはそれらが関係する層の厚さ  $h_i$  に比例する。調査対象である地層の比抵抗がそれほど変動しない場合には、径数  $S_i$  と  $T_i$  とは VES 曲線解釈に際してしばしば充分正確に決定されるので、VES のデータから作成された同層の  $S_i$  および  $T_i$  分布図を用いて、この層の厚さあるいは時には基盤深度\*の変動特性を研究することができる。

$S$  と  $T$  分布図の作成のために、3 層曲線図葉および補助図葉  $H, A, K$  および  $Q$  の助けにより、VES 曲線から被覆層の厚さ  $h_{i-1}$  と比抵抗  $\rho_{i-1}$  (多層の場合には仮想的層である) が決定される。解釈曲線の着目した部分に一致する図葉の  $\nu$  と  $\mu$  とを知って

$$S_i = \frac{\nu h_{i-1}}{\mu \rho_{i-1}} = ah_i$$

および

$$T_i = \nu h_{i-1} \cdot \mu \rho_{i-1} = bh_i$$

が算出される。ここに、 $a$  と  $b$  とはある定数である。

下方媒質が実際上無限大の比抵抗を有している場合には、この種の分布図の中で全電導度  $S$  の分布図 (分布図  $S$ ) が最も頻繁に作成される。こうした条件の下では径数  $S$  は容易に図式的に決定される ( $S$  は既述のように、解釈曲線の右枝の漸近線と横軸  $\rho_K=1$  との交点の  $AB/2$  値に等しい)。

第 201 図 a ならびに 6 に示した構造図と  $S$  分布図とを比較すれば一目瞭然のように、高比抵抗基盤表面の特性を求めることができる。両方の図とも同じ VES のデータから作られたものである。

基盤深度  $H_i$  が  $\sum_{m=1}^{m=i-2} h_m \ll H_i$  であるとき

$$H_i = S \rho_{i-1} + \sum_{m=1}^{m=i-2} \left(1 - \frac{\rho_{i-1}}{\rho_m}\right) h_m \quad (413)$$

は  $S \rho_{i-1}$  に近似的に等しくなるゆえ、 $S$  分布図は  $\rho_{i-1}$  を乗ずれば底層上面の深度図を表わす。

$S$  や  $T$  の分布図から任意の地層の厚さと基盤深度とを調べるためには、その層の比抵抗が充分一定であるか、あるいは  $T$  分布図については  $\rho_i$  と  $h_i$  との間に直線相関が、 $S$  分布図については逆相関が存在するかが必須条件となる。低比抵抗層の比抵抗は高比抵抗層のそれよりも、広い範囲にわたって変動しないのが普通である。また、その際、低比抵抗層については、導電層の厚さが増大するにつれてその平均比抵抗の減少が観察されるような場合にしばしば遭遇する。そのため、厚さと基盤深度の研究のためには  $S$  分布図を利用する方が  $T$  分布図を利用するよりもっと正確な結果を与えるのが普通である。

縦電導度  $S$ 、横抵抗  $T$  と厚さあるいは基盤深度との間に直線相関が存在すると判っているときには、 $S, T$  分布図が地質の解釈にもっと接近するようになるため、これから導びき出された等厚線図ならびに基盤等深線図を作ることおすすめたい。対象層の比抵抗  $\rho_i$  が一定で  $\rho_{ci}$  に等しいという仮定の下で  $S$  と  $T$  の値から作られた  $h$  と  $H$  の等値線図がこれである。この場合

$$h_i = T_i / \rho_{ci}, \quad h_i = S_i \rho_{ci}$$

探査地域内の  $\rho_{ci}$  を正しく選択すればするほど、一定であればあるほど、このようにして導びき出された厚さや深さの分布図はよりよく探査対象層の厚さや基盤深度を反映するようにな

\* 全被覆層の厚さがあまり大きくないときには対象地層の厚さとみてよい。

る。第 201 図 e に示された導出深度分布図は表層平均比抵抗が不変で  $7 \Omega\text{m}$  に等しいという仮定から出発して、 $S$  分布図（第 201 図 d）から作成されたものである。既知の近似値をもつ分布図を得れば VES の解釈資料から作成された構造図（第 201 図 a）を再現する。構造図に比較して導出深度分布図上、中心部で深度が大きく出、周縁部で沈下が小さく出ているのは詳しくみると中心部の平均比抵抗が  $7 \Omega\text{m}$  以下で、周辺部で  $7 \Omega\text{m}$  以上になっていることにもよると解せられる。

### 3. 最大深度等値線図

厚さおよび底部深度を決定しようとする地層の電気比抵抗が、その地層に対応する VES 曲線部分で、極値に近い値をとると考えて作成した分布図を最大深度等値線図と呼ぶ。

$\rho_{i-1} < \rho_i > \rho_{i+1}$  ( $K$  型曲線) においては極大点の見掛比抵抗  $\rho_K^{\max}$  は普通  $0.7\rho_i^*$  以下である。また、 $\rho_{i-1} > \rho_i < \rho_{i+1}$  ( $H$  型曲線) の場合には極小点の  $\rho_K^{\min}$  は  $1.4\rho_i^{**}$  よりも普通大きいので、探査対象たる高比抵抗層または低比抵抗層の厚さ  $h_i^{\max}$  およびその底面深度  $H_{i+1}^{\max}$  は次のようにして決定される。 $\rho_K^{\max}$  より

$$h_i^{\max} = 0.7 \frac{T_i}{\rho_K^{\max}} \geq \frac{T_i}{\rho_i} = h_i \quad (K \text{ 型曲線})$$

また、 $\rho_K^{\min}$  から

$$h_i^{\max} = \frac{S_i}{1.4} \rho_K^{\min} \approx 0.7 S_i \rho_K^{\min} \geq h_i \quad (H \text{ 型曲線})$$

したがって

$$H_{i+1}^{\max} = h_i^{\max} + \sum_{m=1}^{m=i-1} h_m > h_i + \sum_{m=1}^{\min} h_m \quad (414)$$

とくに  $H$  型曲線に対しては

$$H_{i+1}^{\max} = S \rho_K^{\min} > S \rho_{ep} = H_{i+1}$$

ここに、 $\rho_{ep}$  は基盤を被覆している全層の平均比抵抗である。

こうして、見掛比抵抗の極値のデータから作成された等深線図は探査層下底面の等深線図の代用となるであろう。このことは、第 201 図、ж に示された最大深度等値線図と VES の量的解釈から作成された構造図（第 201 図 a）とを比較すれば明らかであろう。

### 4. VES 曲線の極大または極小見掛比抵抗等値線図

VES 曲線の極値に関する見掛比抵抗等値線図は § 55 に紹介された方法にしたがって、 $K$  型曲線では  $\rho_K^{\max}$  の値より、 $H$  型曲線については  $\rho_K^{\min}$  の値から作成される。

$H$  型ならびに  $K$  型 3 層曲線を分析すると、中間層の比抵抗が変化しないとき  $\rho_K^{\text{ext}}$  の値は中間層の厚さに関係することがわかる。

高比抵抗中間層が厚ければ厚いほど、 $K$  型曲線の  $\rho_K^{\max}$  の値は大きくなり、低比抵抗中間層の厚さが大きければ大きいほど、 $H$  型曲線の  $\rho_K^{\min}$  は小さくなる。 $\rho_K^{\max}$  ならびに  $\rho_K^{\min}$  を決定するのにあらかじめ曲線を修正しておく必要はないから、VES 法による探査結果の予備的解釈の際、 $\rho_K^{\max}$  分布図ならびに  $\rho_K^{\min}$  分布図の作成に頼ることがしばしばある。第 201 図、3 に  $\rho_K^{\min}$  分布図が図示されているが、これを VES の量的解釈に基づいて作成された構造図（第 201 図 a）と比較すれば了解されるであろう。

\*  $\rho_i > \rho_K^{\max} > 0.7\rho_i$  のとき VES 曲線の右枝の解釈は 2 層図葉  $\Gamma\text{I} 2-1$  を使って実施することができる。

\*\*  $\rho_i < \rho_K^{\min} < 1.4\rho_i$  のときには VES 曲線の右枝の解釈は 2 層図葉  $\Gamma\text{I} 2-1$  を使って実施され得るであろう。



5.  $\rho_K^{\max}$ ,  $\rho_K^{\min}$  ならびに  $\rho_K^c$  点の横坐標等値線図

見掛比抵抗が極大 ( $K$  型曲線), 極小 ( $H$  型曲線) もしくは与えられた見掛比抵抗値  $\rho_K^c$  に等しい曲線上の点の横坐標の等値線図とはその図上 VES 点の近傍に, 上述の見掛比抵抗に対応する  $AB/2$  の数値を記入して,  $AB/2$  の等値線をひいてできた分布図である。

極大または極小見掛比抵抗分布図と同様に, この  $AB/2$  等値線図も VES 曲線の極大あるいは極小の  $\rho_K$  値の存在に影響を与えるような地層の厚さの定性的判断の一助となる。対象となる地層の比抵抗が一定であるならば, その厚さが厚いほど, 極大点は坐標系原点から遠ざかり, したがって, 横坐標の値は大きくなる。

$\rho_K$  の極小値に対する  $AB/2$  の等値線図は特別な利点がある。 $\mu_2 = \text{const.}$  ならびに  $\nu_2 = \text{const.}$  に対する  $H$  型 3 層曲線を観察すると,  $\mu_2 = \text{const.}$  で  $\nu_2$  が増大すれば極小は右方に移動するが,  $\nu_2 = \text{const.}$  で  $\mu_2$  が変化しても, この点はそれほど動かないことは容易に首肯し得るところであろう。したがって, 導電層の比抵抗が変化しないと断言できないような場合に  $\rho_K^{\min}$  に対する  $AB/2$  等値線図を作れば, その層の厚さの変動特性をよく反映することになる。この分布図は  $H$  型曲線が正確に量的解釈され難いようなすべての場合に作成することが望ましい。第 201 図に示した  $AB/2$  等値線図は高比抵抗基盤の構造図 (同図, a) をよく再現している。

与えられた見掛比抵抗に対応する  $AB/2$  等値線図は VES 曲線が急激に下降する部分あるいは上昇する部分の  $\rho_K^c$  値について作成されるのが普通である。VES 曲線のこの部分では与えられた  $\rho_K^c$  に対する横坐標の算定はきわめて正確に実施されるからである。このような分布図も第 201 図,  $\kappa$  から明らかなように, 曲線の極小点の横坐標等値線図と同様, 基盤の構造を反映する。

6. 見掛比抵抗比等値線図ならびに VES 曲線傾斜角等値線図

見掛比抵抗比等値線図は VES 曲線上の与えられた部分, 例えば,  $AB/2 = 50 \text{ m}$  と  $100 \text{ m}$ ,  $AB/2 = 200 \text{ m}$  と  $500 \text{ m}$  あるいは  $AB/2 = 1,000 \text{ m}$  と  $2,000 \text{ m}$  等について計算された  $\rho_K$  の比から作成される。このような分布図から地下に埋没している地層の特性に関して若干の情報が得られる。例えば,  $AB/2$  が小さいときの見掛比抵抗値に対する  $AB/2$  の大きいときの見掛比抵抗値の比が減少するのは高比抵抗の表層部の厚さが増大するときに見受けられるので, 高比抵抗層の下部にくる地層の深度が増大したという証拠となり得るであろう。

埋没した結晶性岩石の探査で,  $\rho_K$  の比が減少することは同岩石の崩壊部においてよくみられる。また, 炭酸塩質岩石探査においてはこうした減少はカルスト地域でよく経験する。

VES 曲線の与えられた部分に関する傾斜角の等値線図も上の見掛比抵抗比等値線図と似ている。しかし, これは作成に手間がかかるので, それだけ見掛比抵抗比等値線図より劣ることになる。

7. VES 曲線の型分布図

VES 点付近に縮尺された VES 曲線を記入してある分布図をこのように名付ける。VES 点の密度がはなはだ大きく, VES 曲線を記入すれば分布図が雑然としてしまうような場合には, 曲線の各型 (例えば,  $H$  型,  $A$  型,  $K$  型,  $Q$  型,  $KH$  型,  $KA$  型等) の標示をして, 曲線の同型に属する帯域を適当な方法で色分けして識別する。

VES 曲線の型分布図は探査区域の電氣的構造の決定ならびにこの区域内の VES 曲線の量的解釈への接近の可能性を示すような地電氣的帯域を表わす。VES 曲線の型分布図の作成は垂直探査法による観測結果を今後定性的ないし定量的に解釈する第一歩である。

8.  $\Delta S$ ,  $\Delta \rho_K$ ,  $\Delta \rho_K^{\max}$  および  $\Delta \rho_K^{\min}$  のベクトル分布図

$\Delta S$ ,  $\Delta \rho_K$ ,  $\Delta \rho_K^{\max}$  ならびに  $\Delta \rho_K^{\min}$  のベクトル分布図は通例両側展開による双極子探査の

結果から作成される。この目的のためには、両側展開による双極子探査曲線から次の値を決定する。

$$\begin{aligned} \Delta S &= S^+ - S^- \\ \Delta \rho_K &= \rho_K^+ - \rho_K^- \\ \Delta \rho_K^{\max} &= \rho_K^{\max+} - \rho_K^{\max-} \\ \Delta \rho_K^{\min} &= \rho_K^{\min+} - \rho_K^{\min-} \end{aligned}$$

ここに、 $S^+$ 、 $S^-$ 、 $\rho_K^+$ 、 $\rho_K^-$ 、 $\rho_K^{\max+}$ 、 $\rho_K^{\max-}$ 、 $\rho_K^{\min+}$ 、 $\rho_K^{\min-}$  は正負の探査曲線から求められた縦電導度、見掛比抵抗、極大ならびに極小見掛比抵抗 (§ 39 参照) である。

$\Delta S$ 、 $\Delta \rho_K$ 、 $\Delta \rho_K^{\max}$ 、 $\Delta \rho_K^{\min}$  にはベクトルの意義を付している。ベクトル  $\Delta S$ 、 $\Delta \rho_K$ 、 $\Delta \rho_K^{\max}$  および  $\Delta \rho_K^{\min}$  は双極子探査  $DS$  の中心点に属し、中心線の方角に沿ってのびているものと約束する。ベクトルの正值は  $M^+N^+$  線側を向き、負値は  $M^-N^-$  線側を向いているものとする。 $\Delta S$ 、 $\Delta \rho_K$ 、 $\Delta \rho_K^{\max}$  ならびに  $\Delta \rho_K^{\min}$  のベクトル分布図からも、探査区域の地質構造に関するデータを表現する可能性がある。このようなベクトル分布図は普通の VES データからも作成され得る。この場合には、 $\Delta S$ 、 $\Delta \rho_K$  等は隣接する探査曲線から得られた量を VES 点間の距離で割って得られる。この値をベクトル形式にして、適当な尺度で VES の两点間の中間におとす。

### 9. 見掛比抵抗断面図

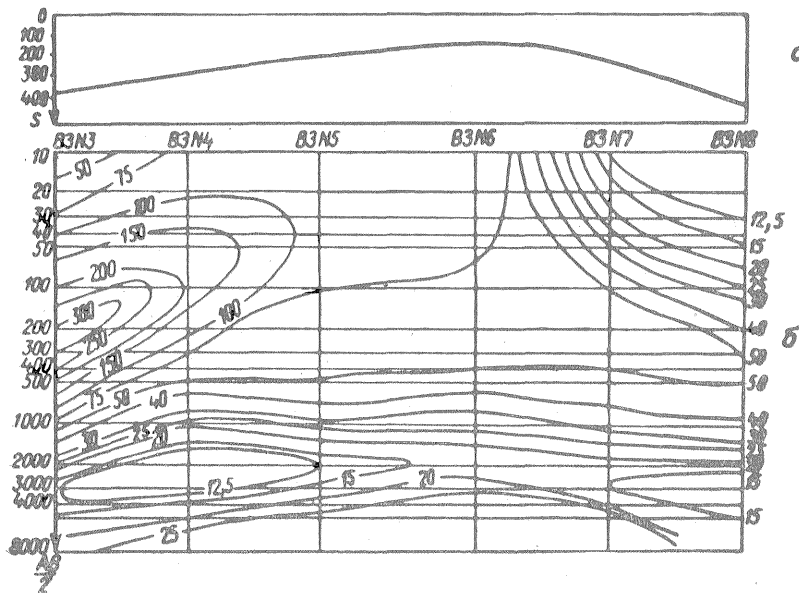
見掛比抵抗断面図は垂直探査の測線に沿って作成された仮想的地球電気学的断面図を表わす。

図上、水平線に沿って VES 点を配置する (第 204 図)。各 VES 点から下方にひいた垂線に標準尺または若干縮尺された対数尺が記入され、この尺度上に  $\rho_K$  が測定された  $AB/2$  の値が記入される。この点の付近に見掛比抵抗の値がかきこまれる。次いで  $\rho_K$  の等値線がひかれる。これは与えられた方向に沿う電気的特性の変化を表わすものである。

見掛比抵抗断面図は探査しようとしている地下構造に関する何らの定量的知識を与えるものではないにもかかわらず、探査地域内の埋没地層の特性に関する忠実な表現になり得ることが多い。

見掛比抵抗断面図は数多くの  $AB/2$  に対する見掛比抵抗分布図の切断面を表わすことに注意せよ。

見掛比抵抗断面図の解釈においては、はなはだ高いまたは低い比抵抗をもつ表層が存在すると



第 204 図 見掛比抵抗断面図 (b) と縦電導度曲線 (a)

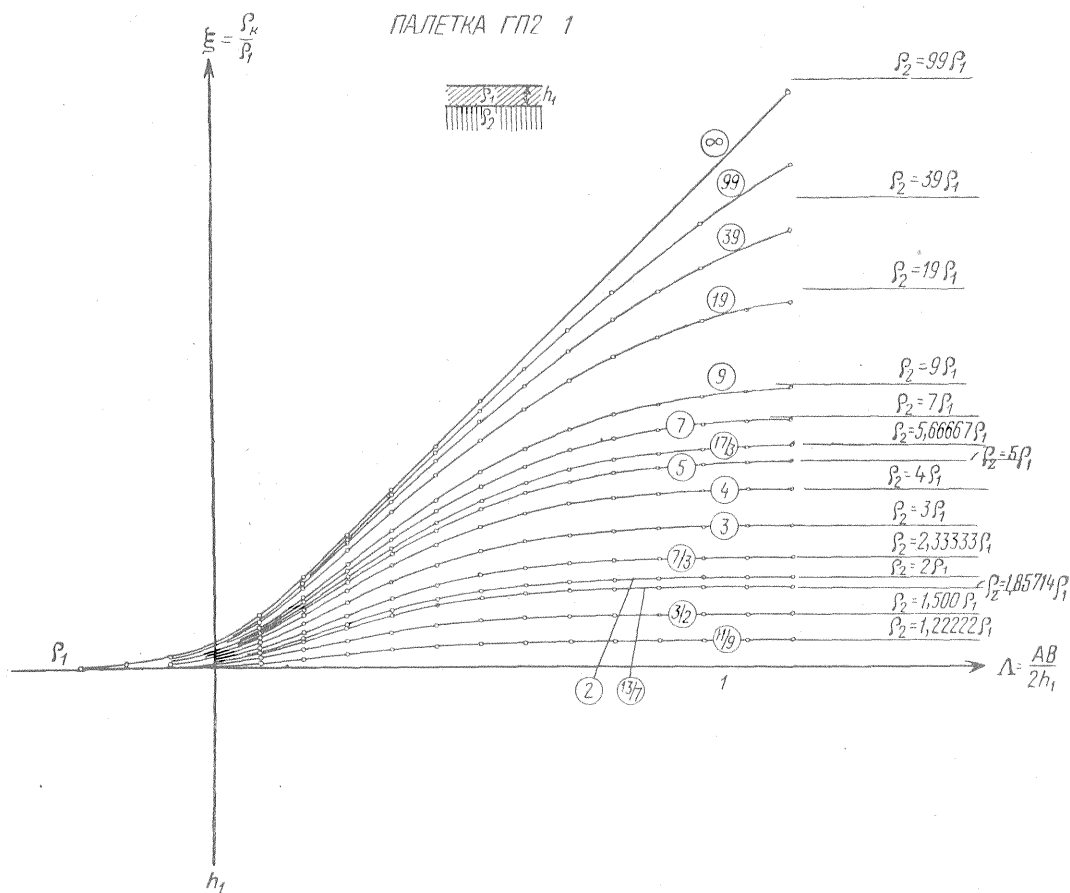
き、その層の厚さをはるかにこえる電流電極間隔にまで測定された見掛比抵抗値に影響を与えているかもしれない点を念頭においておくべきであろう。見掛比抵抗断面図の等値線は測線に沿う表層比抵抗が充分一定である場合にだけ下部構造を反映するに過ぎない。例えば、第204図に図示されている断面図の下の方に No. 3 と No. 5 との間の部分の等値線が微弱ながらも隆起しているのが認められるが、これは高比抵抗の地層が断面上部に挿入されているために生じたものである。この層が存在していなければ、断面図の下方等値線はもっと下に下がることと思われる。

この節で述べたすべての補助的分布図および断面図の作成は当面する問題の解決の必要性に応じて実施される。解釈者は調査を実施する前に提起された問題をきわめて満足に解決するよう、得られた野外データをあらゆる面から検討すべく、可能な手法を利用すべきである。

#### 文 献

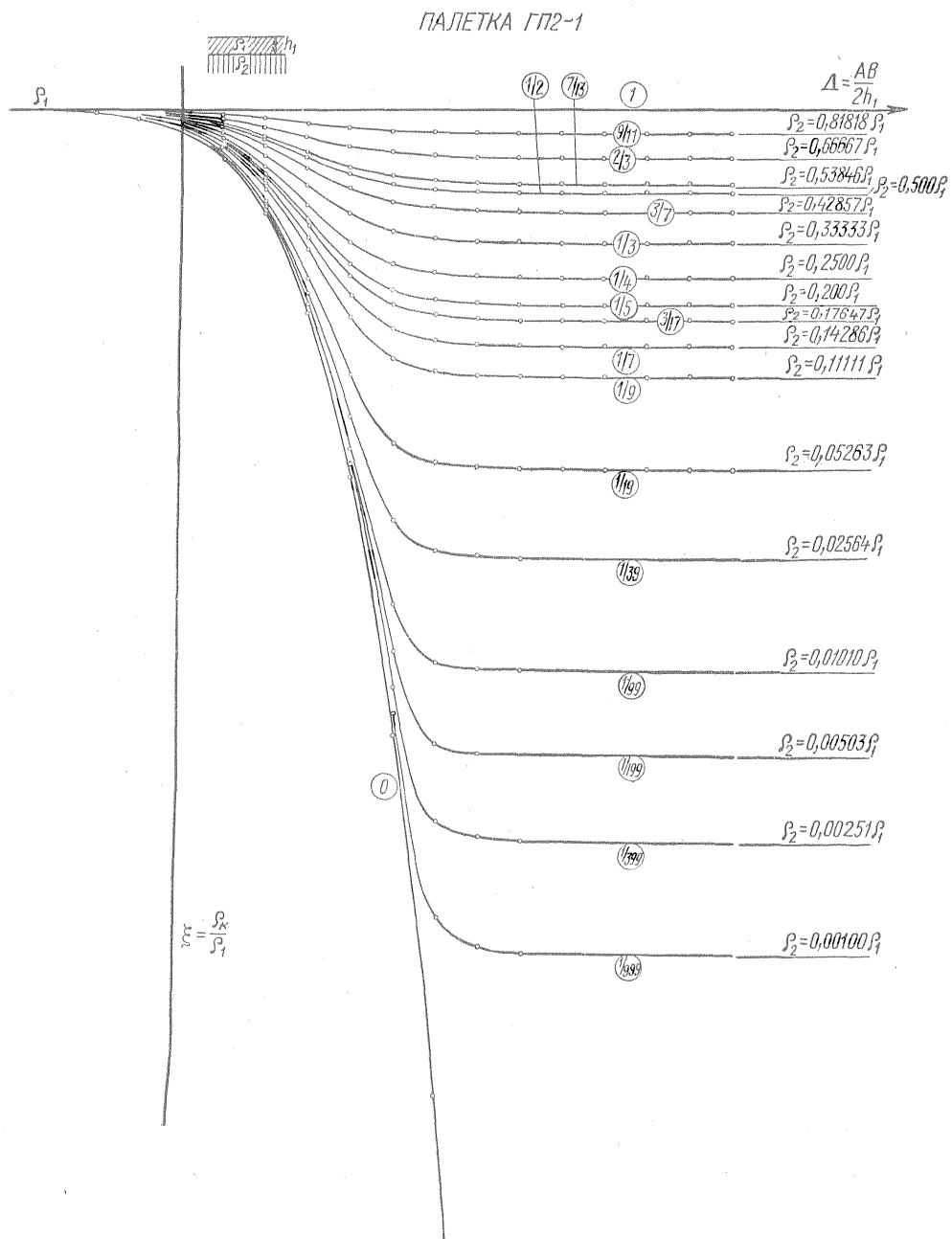
- 5) Богданов, А. И. Графический способ построения и интерпретации трехслойных кривых вертикального электрического зондирования. Гостоптехиздат, 1948
- 9) Дахнов В. Н. Электрическая разведка постоянным током, ч. III. ОНТИ НКТП, Горгеонефтеиздат. 1934
- 10) Дахнов В. Н. Интерпретация кароттажных диаграмм. Гостоптехиздат, 1948
- 20) Пылаев А. М. Руководство по интерпретации вертикальных электрических зондирований. Госгеолиздат, 1948

Таблица II



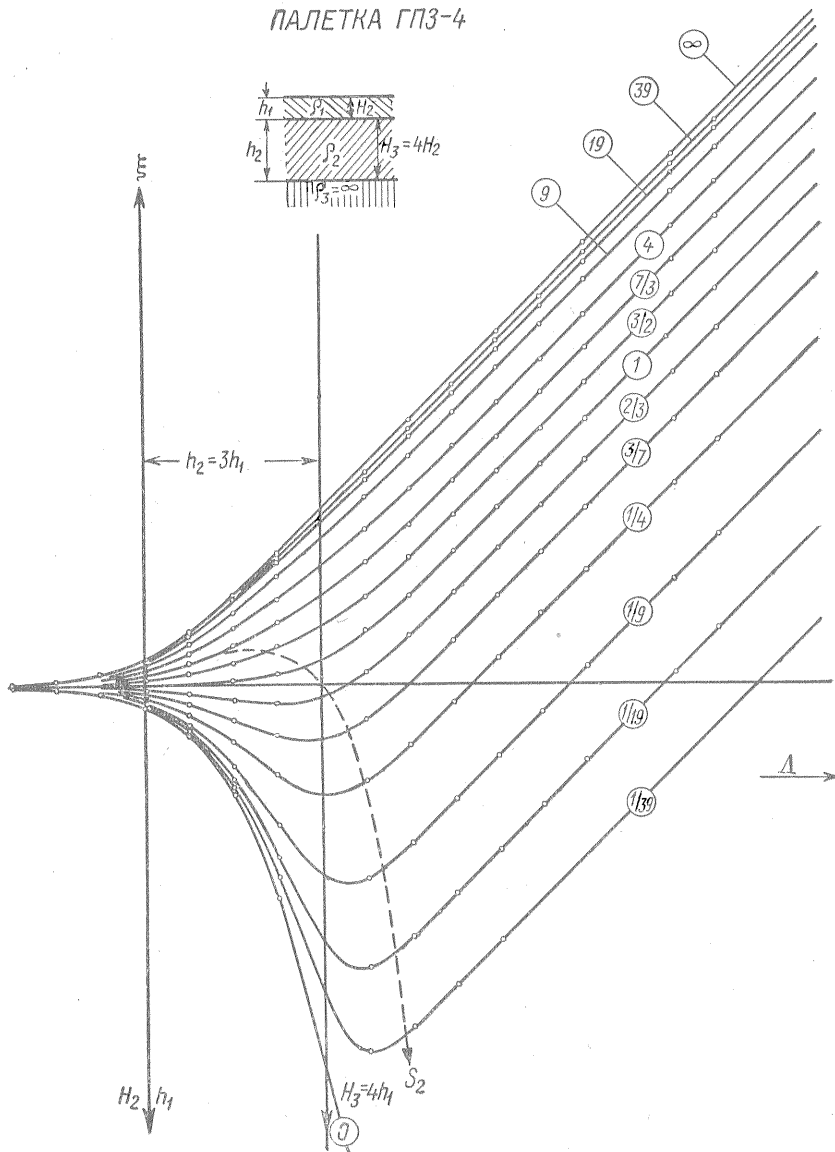
小丸内数字は  $\mu_2 = \frac{\rho_2}{\rho_1}$  値を表わす。

Таблица III



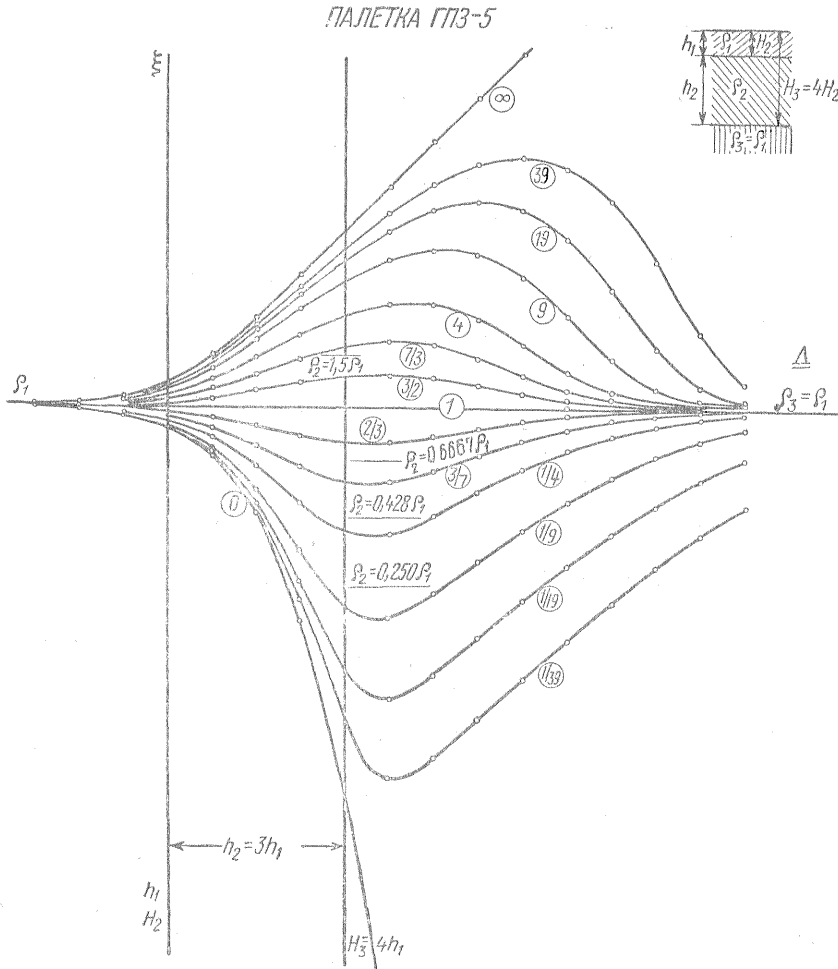
小丸内数字は  $\mu_2 = \rho_2 / \rho_1$  値を表わす。

Таблица IV



小丸内数字は  $\mu_2 = \rho_2/\rho_1$  値を表わす。

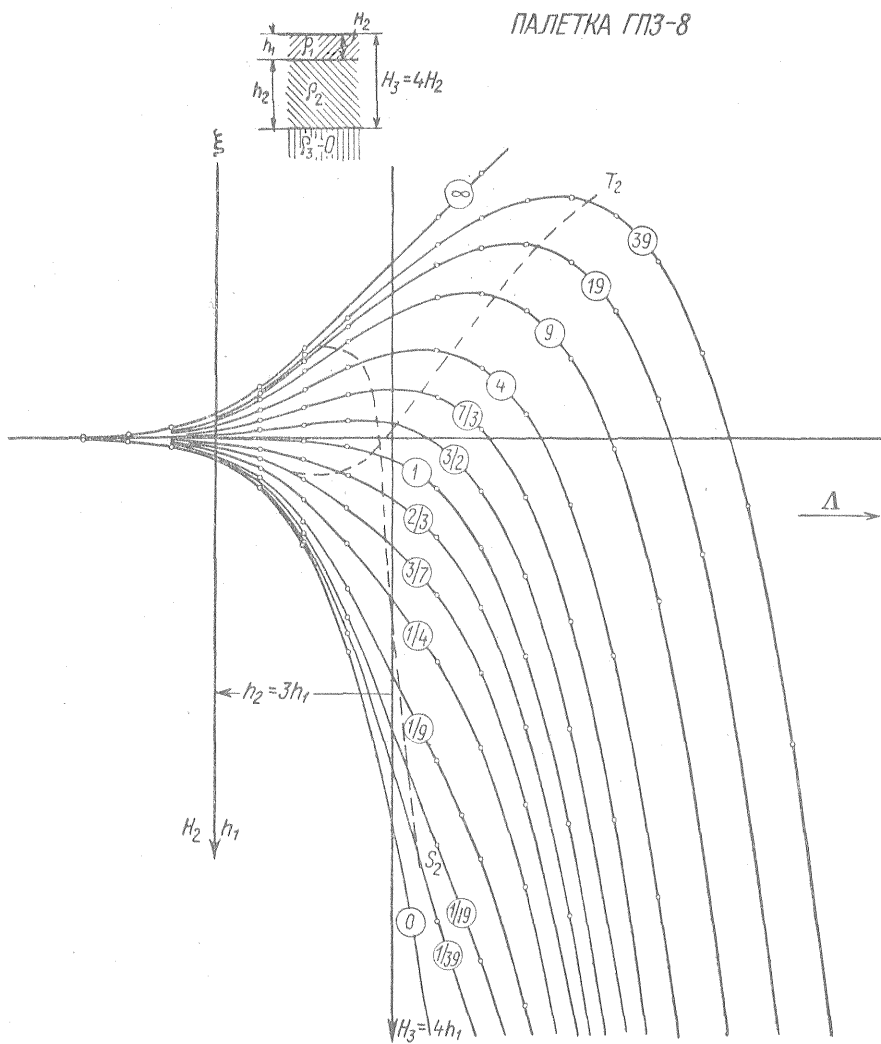
Таблица V



小丸内数字は  $\mu_2 = \rho_2/\rho_1$  値を表わす。

Таблица VI

ПАЛЕТКА ГПЗ-8

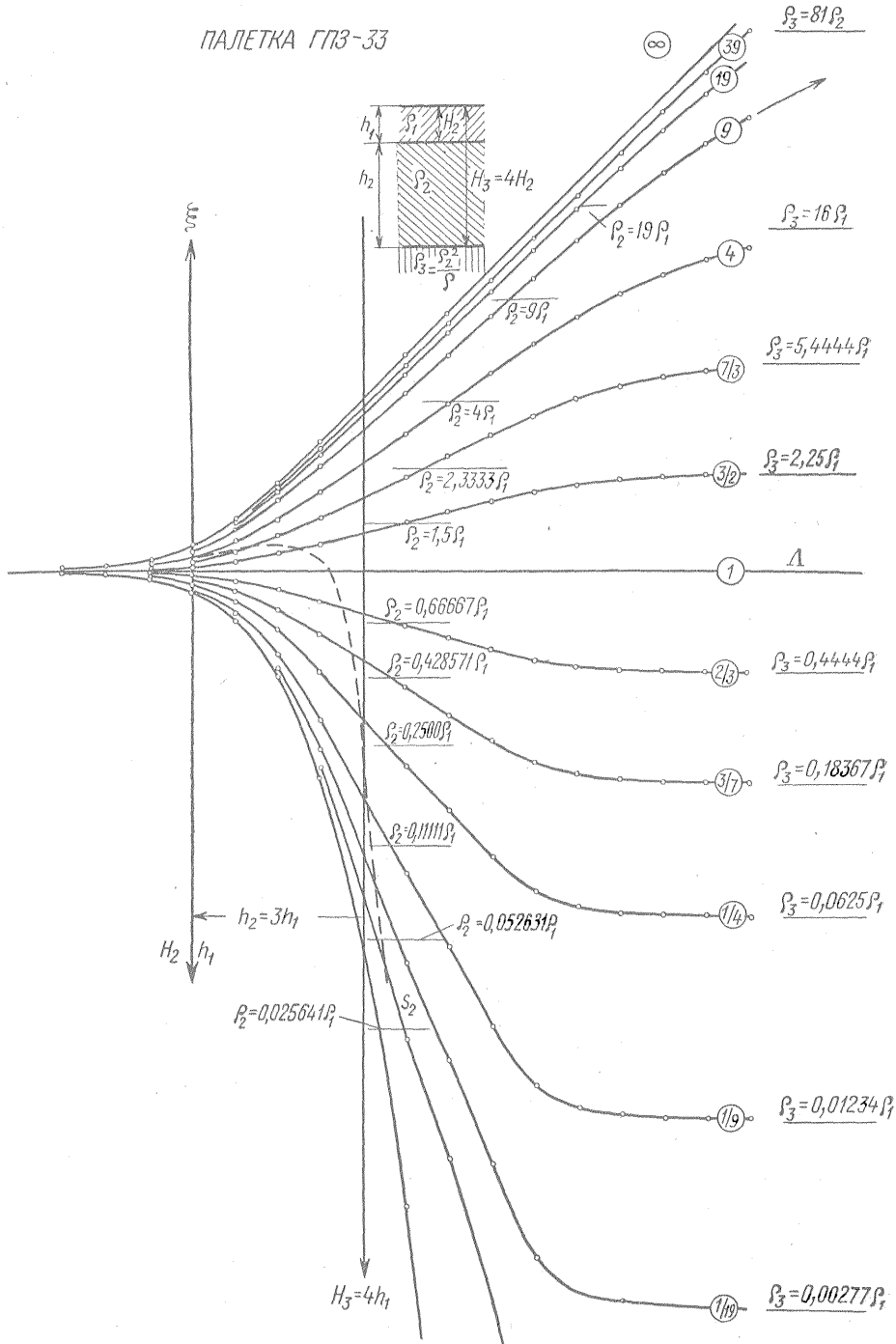


小丸内数字は  $\mu_2 = \rho_2/\rho_1$  値を表わす。



Таблица VII.

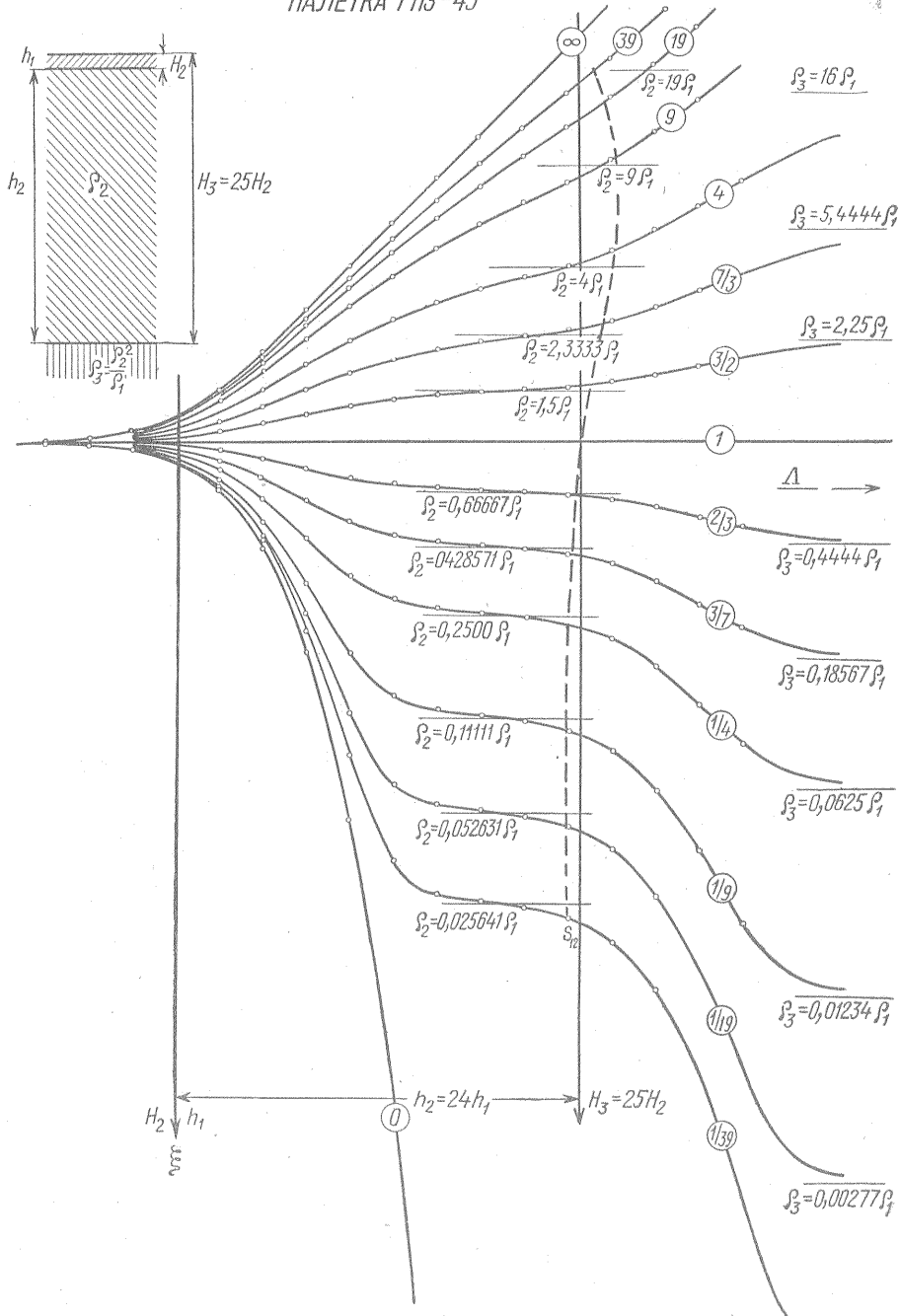
ПАЛЕТКА ГПЗ-33



小丸内数字は  $\mu_2 = \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{\rho_3}{\rho_2} = \frac{\mu_3}{\mu_2}$  値を表わす。

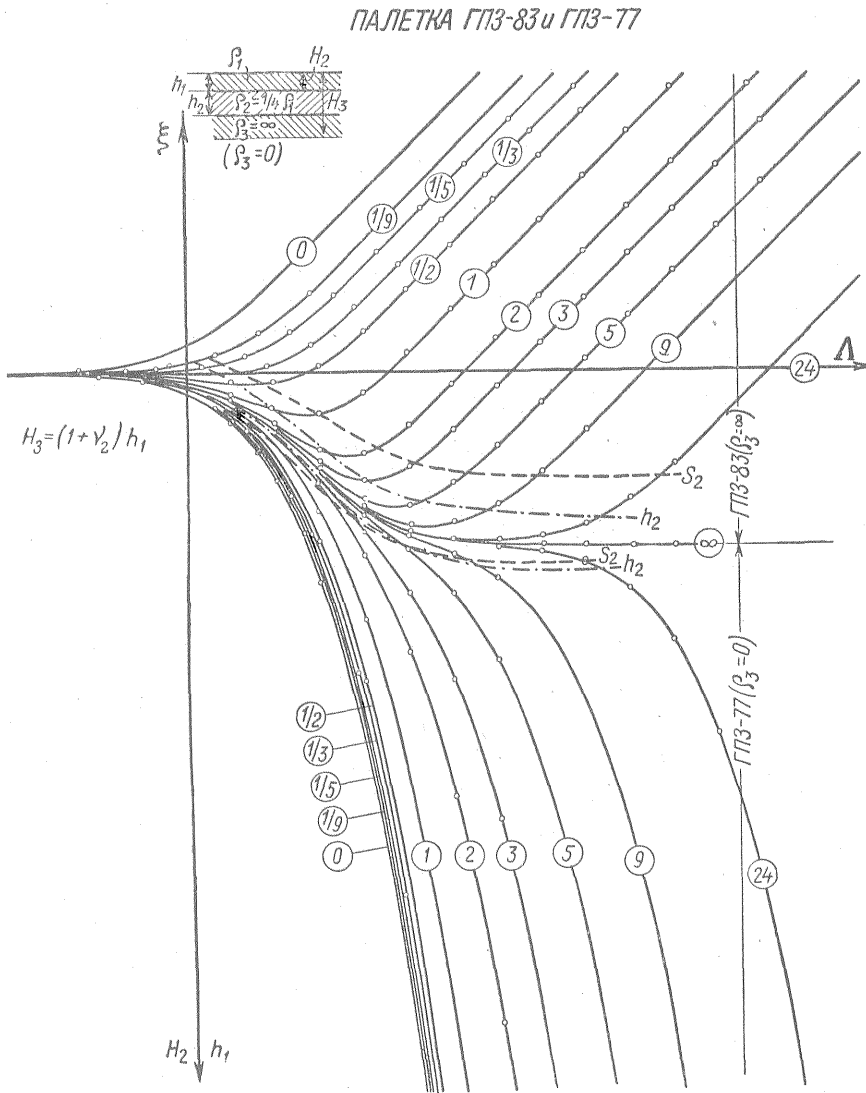
Таблица VIII

ПАЛЕТКА ГПЗ-45



小丸内数字は  $\mu_2 = \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{\rho_2}{\rho_2} = \frac{\mu_0}{\mu_2}$  値を表わす。

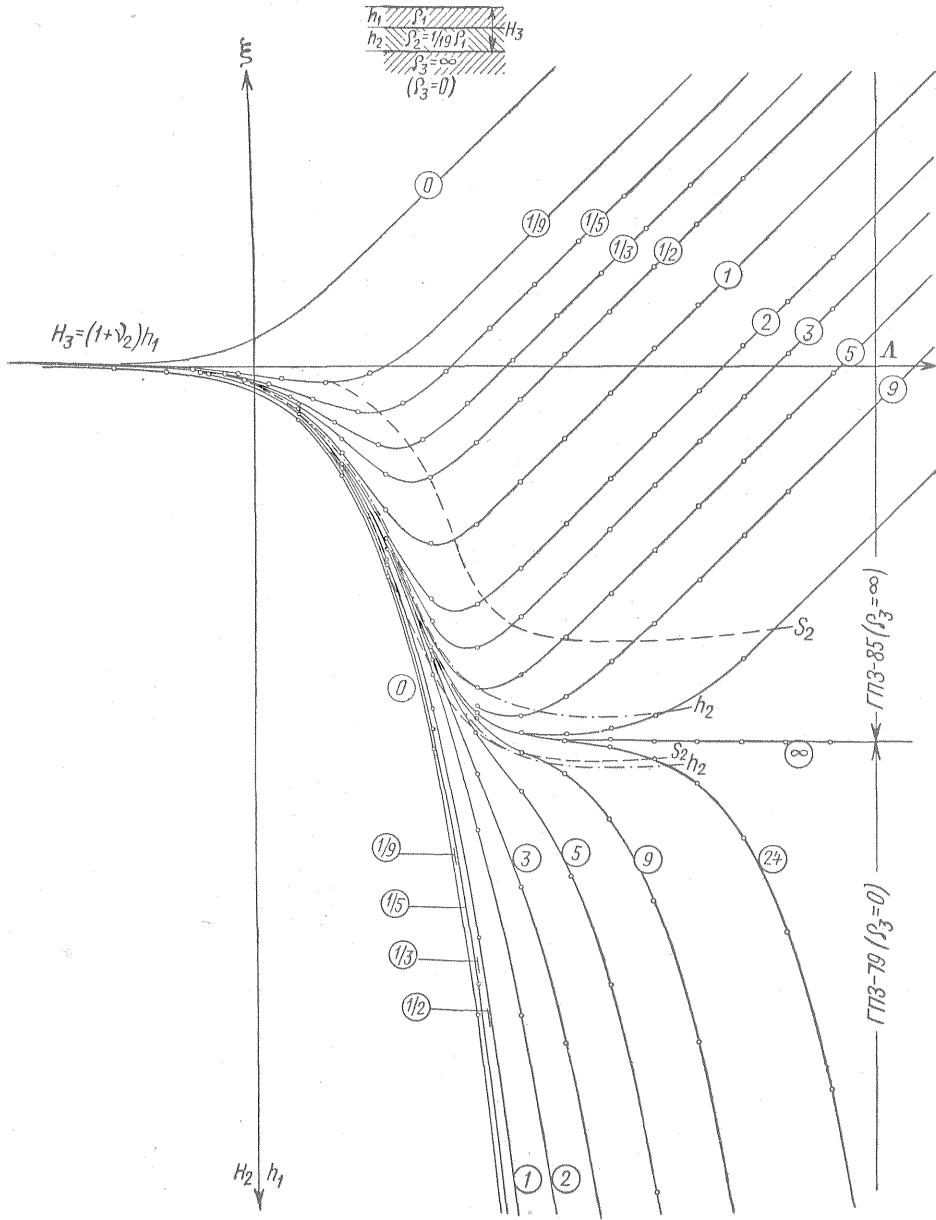
Таблица IX



小丸内数字は  $\nu_2 = h_2/h_1 = \frac{H_3 - H_2}{H_2}$  値を表わす。

Таблица X

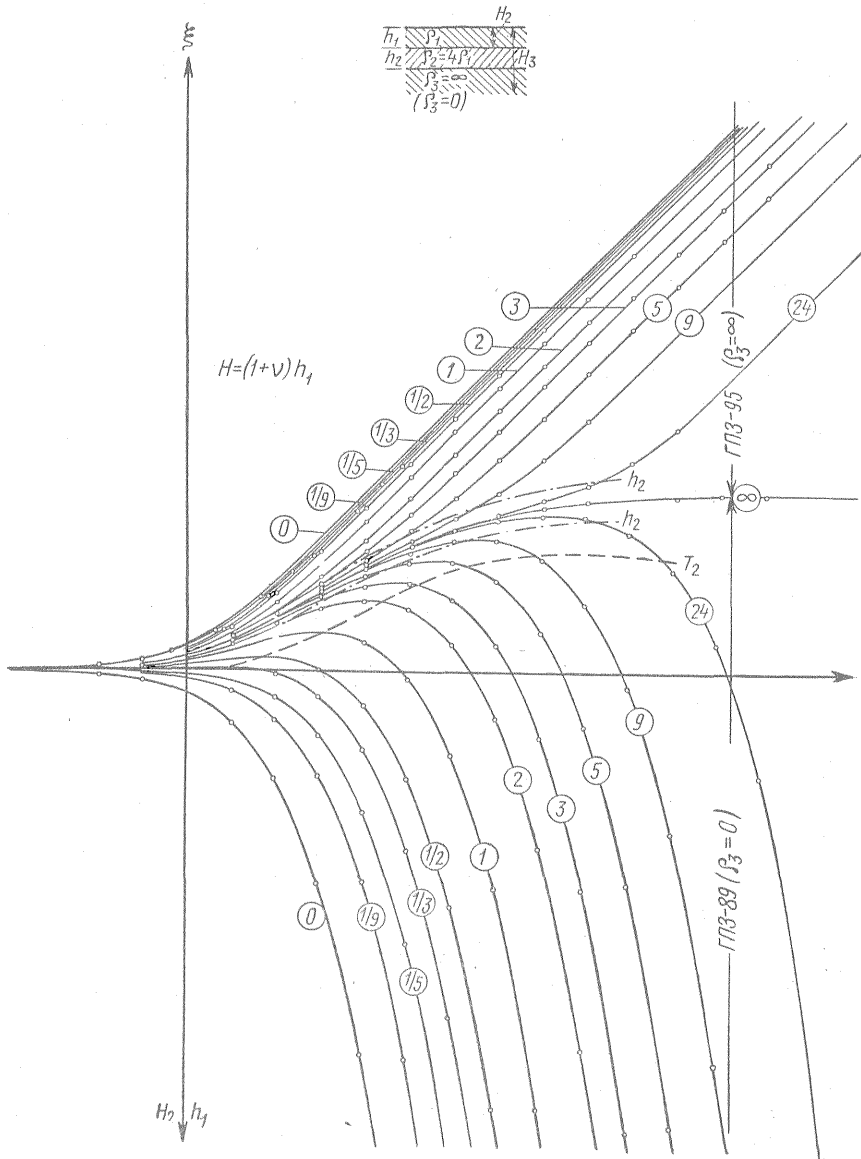
ПАЛЕТКА ГПЗ-79 и ГПЗ-85



小丸内数字は  $\nu_2 = h_3/h_1 = \frac{H_3 - H_2}{H_2}$  値を表わす。

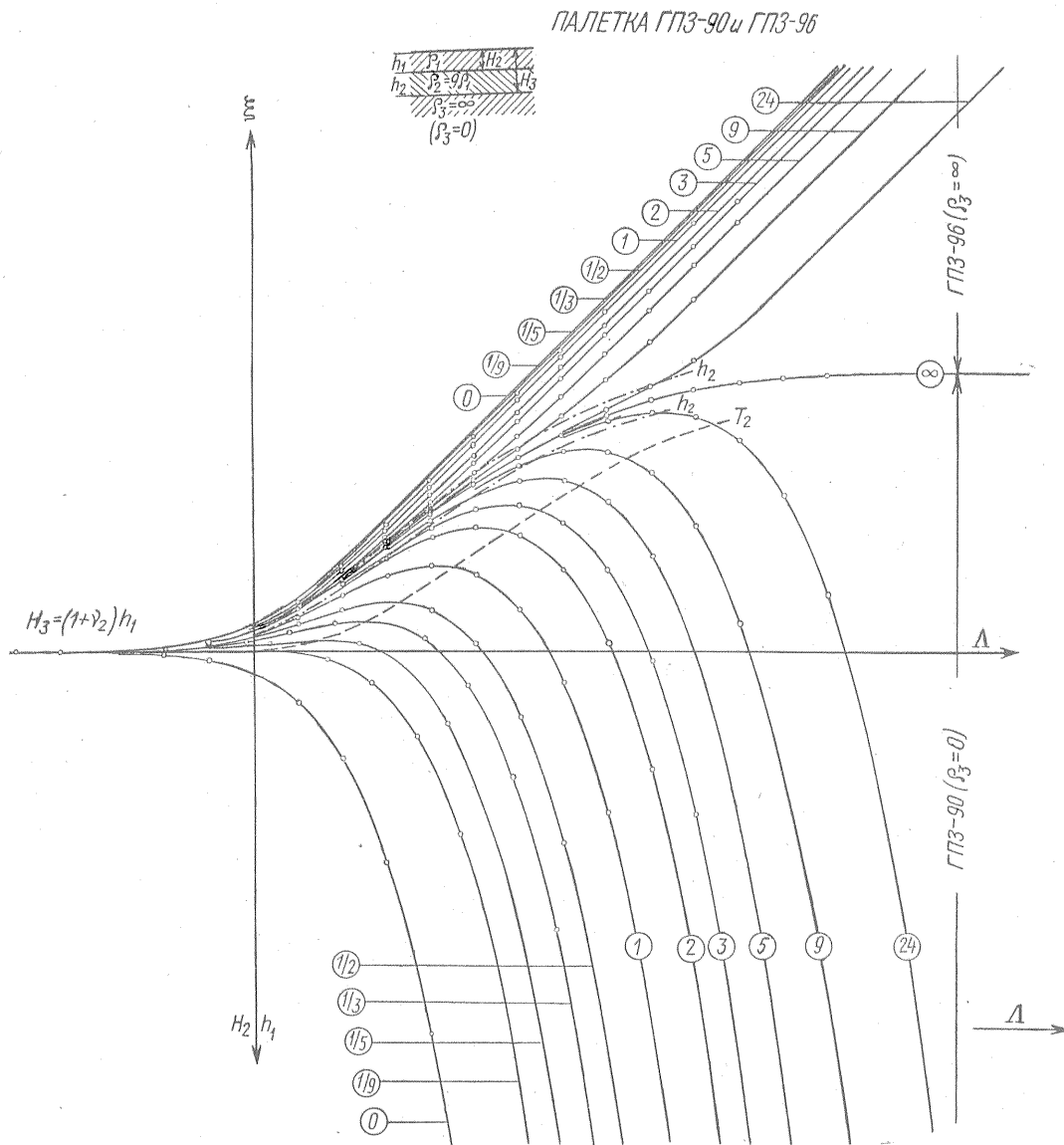
ПАЛЕТКА ГПЗ-89 и ГПЗ-95

Таблица XI



小丸内数字は  $\nu_2 = h_2/h_1 = \frac{H_3 - H_2}{H_2}$  値を表わす。

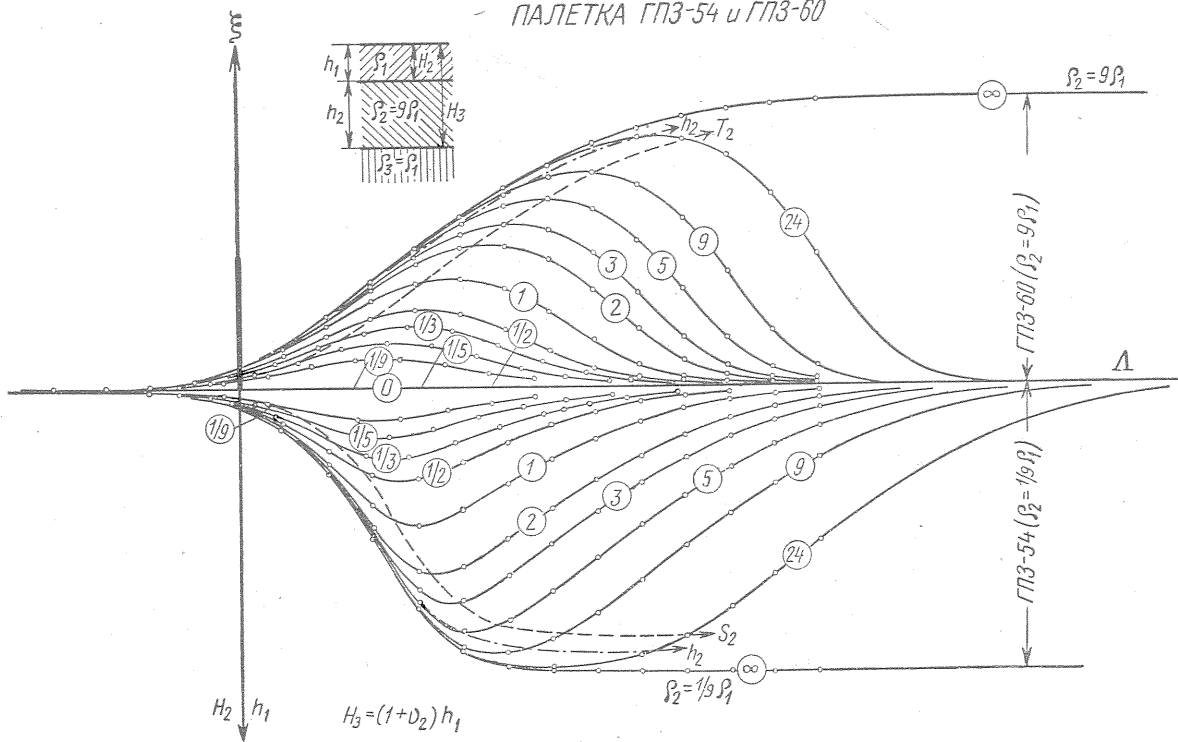
Таблица XII



小丸内数字は  $v_2 = h_2/h_1 = \frac{H_3 - H_2}{H_2}$  値を表わす。

Таблица XIII

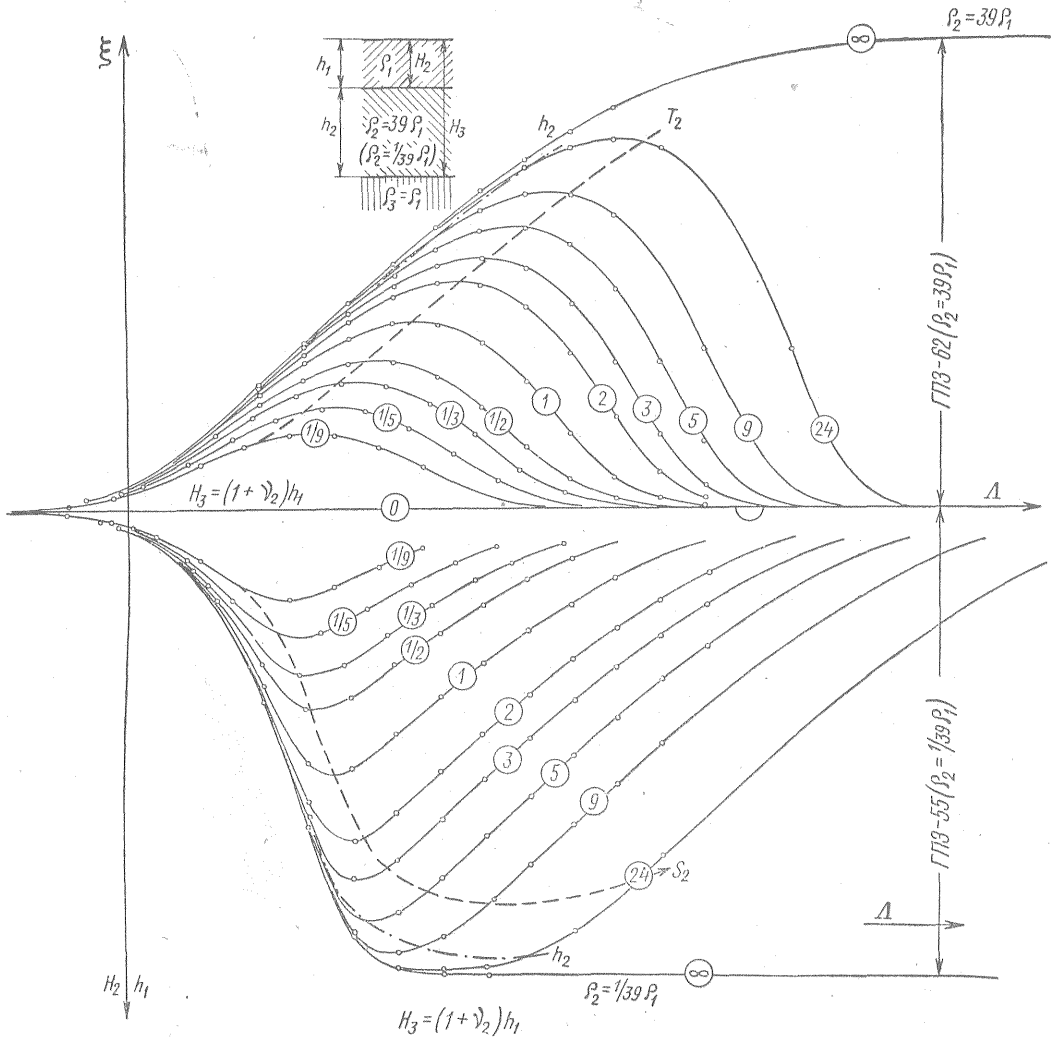
ПАЛЕТКА ГПЗ-54 и ГПЗ-60



小丸内数字は  $\nu_2 = h_2/h_1 = \frac{H_3 - H_2}{H_2}$  値を表わす。

Таблица XIV

ПАЛЕТКА ГПЗ-55 и ГПЗ-62

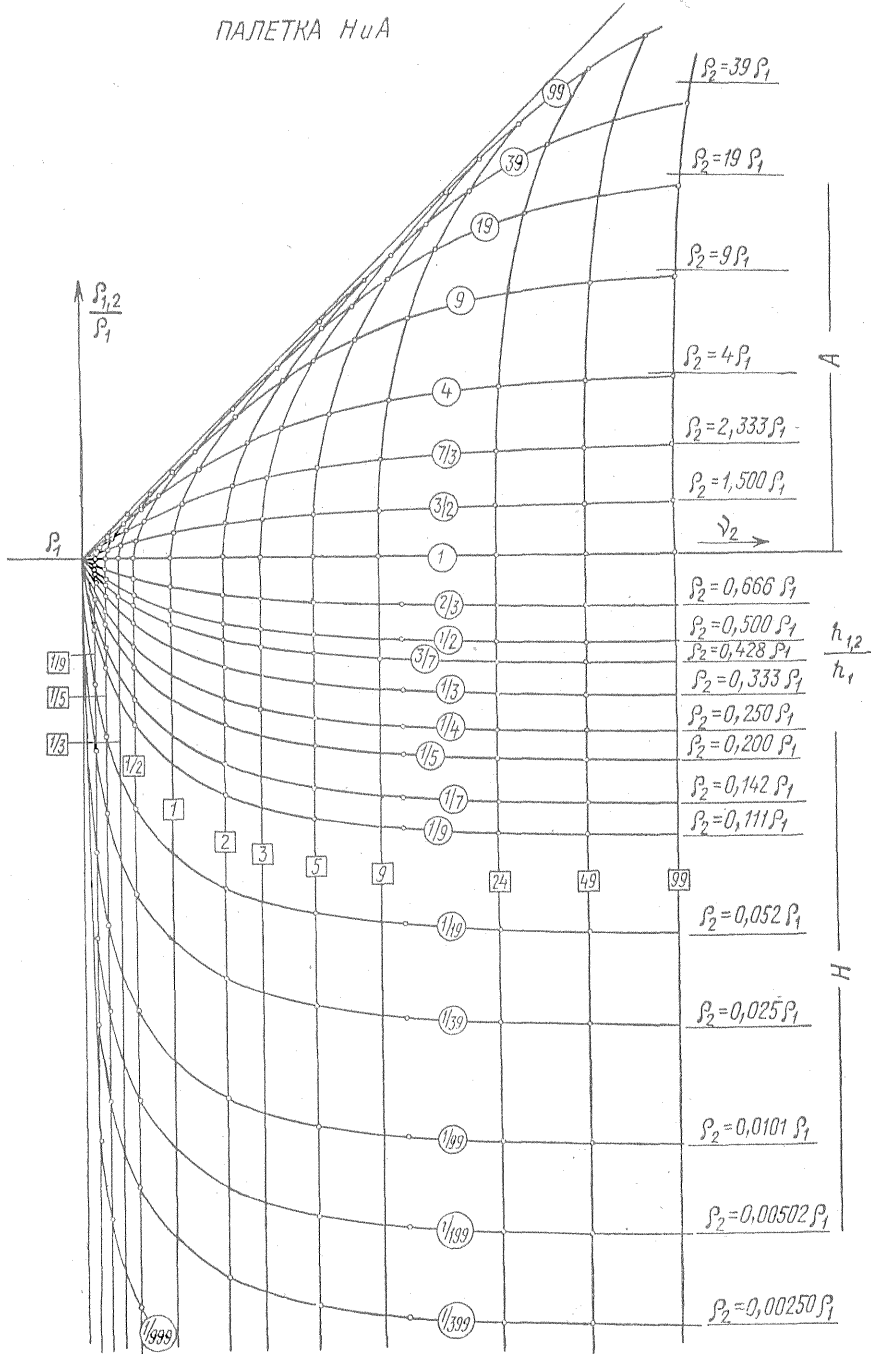


小丸内数字は  $\nu_2 = h_2/h_1 = \frac{H_3 - H_2}{H_2}$  値を表わす。



Таблица XVII

ПАЛЕТКА НУА



小丸内数字は  $M_2 = \rho_2 / \rho_1$ , 角内数字は  $\nu_2 = k_2 / h_1$  値を表わす。

Таблица XVIII

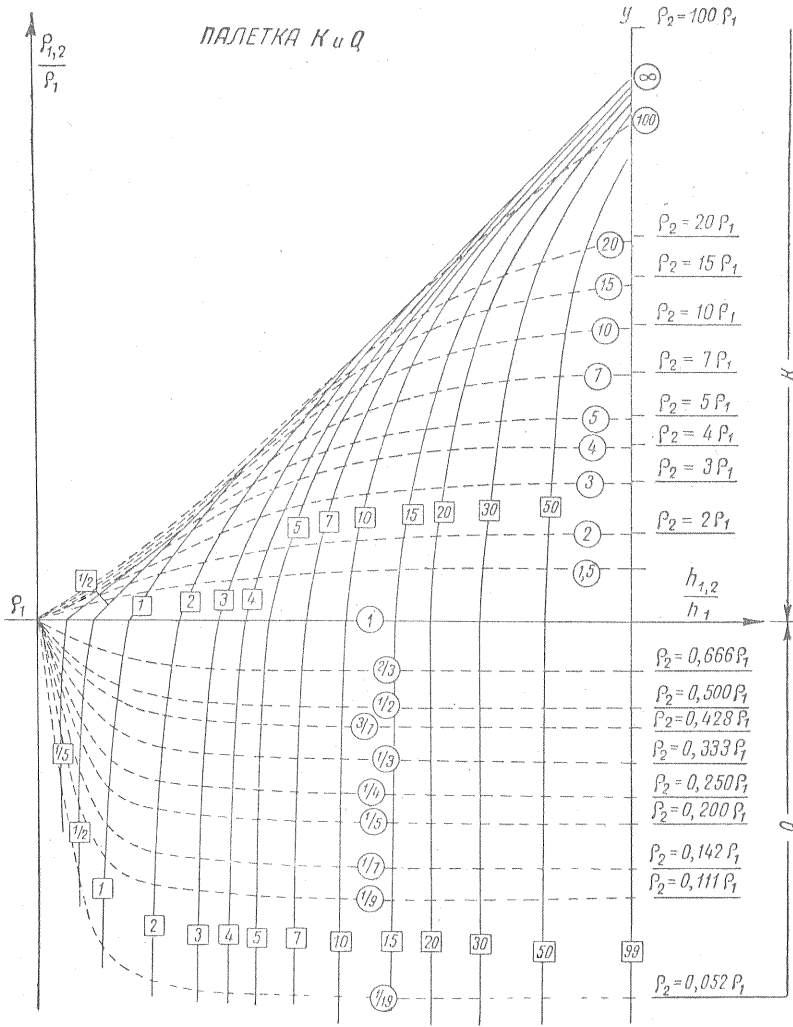


Таблица XIX

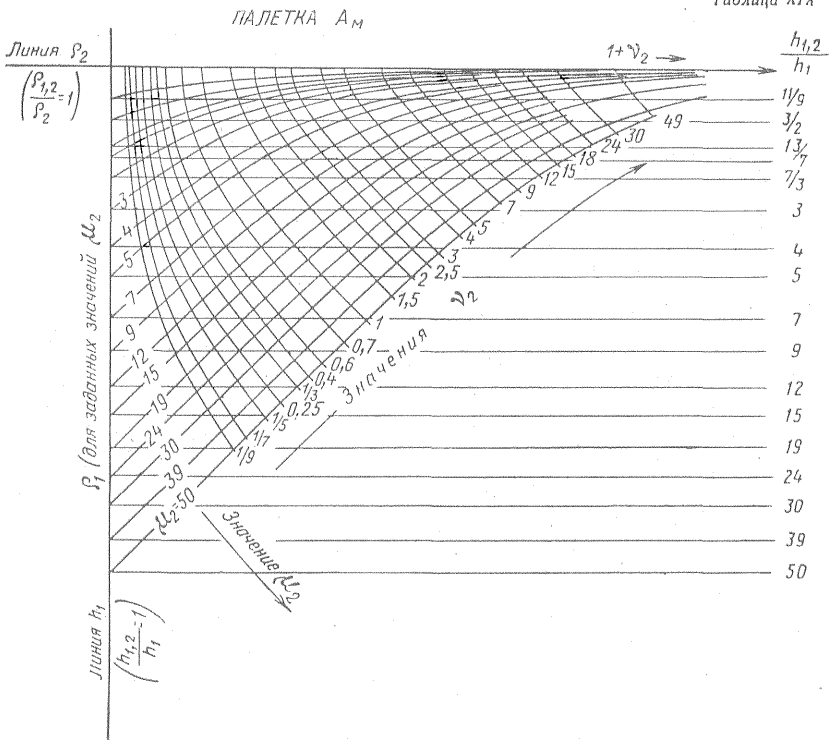


Таблица XX

