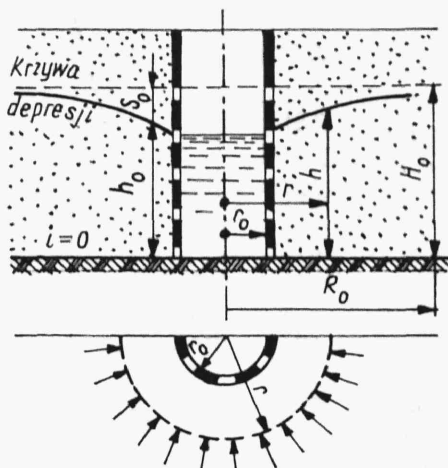


13.9. DOPŁYW WODY SWOBODNEJ DO STUDNI I DRENU

13.9.1. STUDNIE ZWYKŁE

Rozpatrzmy warstwę wodonośną o swobodnym zwierciadle wzniesionym o H_0 ponad poziomy podkład nieprzepuszczalny.



Rys.13.14

Studnie ujmujące wody swobodne nazywamy studniami zwykłymi. Niech rozważana studnia o promieniu r_0 sięga do warstwy nieprzepuszczalnej (rys.13.14).

Przy pompowaniu wody ze studni obniży się poziom wody zarówno w studni, jak i w jej otoczeniu, tworząc powierzchnię swobodną w kształcie leja, zwanego lejem depresji.

Rozważmy ustaloną filtrację wód swobodnych, przy której wydatek dopływającej do studni wody jest równy wydatkowi wypompowanej wody. Wydzielmy w warstwie wodonośnej powierzchnię walcową o promieniu r , stanowiącą przekrój strumienia wody dopływającej dośrodkowo do studni.

Pole tego przekroju, zgodnie z oznaczeniami podanymi na rysunku, jest równe

$$F = 2 \pi r h.$$

Lokalny spadek i zwierciadła wody wynosi

$$I = \frac{dh}{dr}.$$

Wydatek dopływającej do studni wody równa się

$$Q = F v = F k I = 2 \pi r h k \frac{dh}{dr}.$$

Po rozdzieleniu zmiennych w równaniu różniczkowym napiszemy

$$h dh = \frac{Q}{2\pi k} \frac{dr}{r}.$$

Po scałkowaniu w granicach od h_o do h i odpowiednio od r_o do r otrzymamy równanie krzywej depresji

$$h^2 - h_o^2 = \frac{Q}{\pi k} \ln \frac{r}{r_o} \quad (13.26)$$

lub

$$h^2 - h_o^2 = 0,73 \frac{Q}{k} \lg \frac{r}{r_o} . \quad (13.27)$$

Depresja zwierciadła wody swobodnej maleje w miarę oddalania się od studni, znikając zupełnie w pewnej odległości R_o , zwanej zasięgiem depresji, której odpowiada początkowa głębokość warstwy wodonośnej H_o .

Podstawiając do równania (13.27) $r = R_o$, $h = H_o$, otrzymamy

$$Q = 1,36 \frac{k(H_o^2 - h_o^2)}{\lg \frac{R_o}{r_o}} . \quad (13.28)$$

Depresja zwierciadła wody w studni wynosi $s_o = H_o - h_o$. Równanie powyższe można przedstawić w postaci

$$Q = 2,73 \frac{k H_o s_o}{\lg \frac{R_o}{r_o}} \left(1 - \frac{s_o}{2H_o} \right) .$$

Jeżeli depresja s_o jest mała w porównaniu z głębokością H_o , to wielkość $\frac{s_o}{2H_o}$ można pominąć, wówczas wzór wyrazimy w postaci

$$Q = 2,73 \frac{k H_o s_o}{\lg \frac{R_o}{r_o}} . \quad (13.29)$$

W otrzymanym wzorze wielkości k , H_o , s_o mają znacznie większy wpływ na wydatek Q niż promienie R_o i r_o .

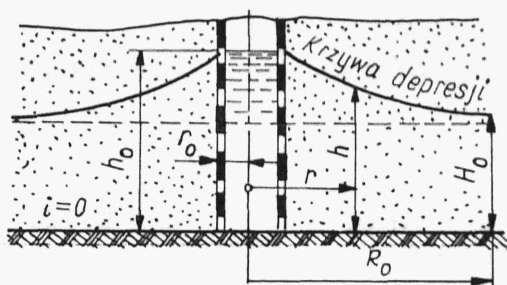
W praktycznych obliczeniach zasięg depresji wyznacza się ze wzoru empirycznego

$$R_o = 3000 d_o \sqrt{k}. \quad (13.30)$$

Do wstępnych obliczeń zasięg depresji przyjmuje się w następujących granicach: w piasku o średniej grubości ziarn $R_o = 250 \pm 500$ m, a w gruboziarnistym piasku $R_o = 700 \pm 1000$ m.

13.9.2. STUDNIE POCHŁANIAJĄCE (ABSORPCYJNE)

W studniach pochłaniających lub absorpcyjnych woda jest wchłaniana przez warstwę wodonośną. Głębokość wody h_o w studniach pochłaniających jest większa od grubości warstwy wodonośnej H_o , tj. $h_o > H_o$ (rys.13.15).



Rys.13.15

Odwrotnie jest w studniach zwykłych, gdzie, jak wiemy $h_o < H_o$.

Stosując analogiczną do poprzedniej metodę, obliczymy wydatek Q studni absorpcyjnej. W tym przypadku bierzemy lokalny spadek zwierciadła ze znakiem ujemnym,

tj. $I = -\frac{dh}{dr}$, a więc

$$Q = k F I = -2\pi k r h \frac{dh}{dr}.$$

Po rozdzieleniu zmiennych i scałkowaniu otrzymamy równanie krzywej depresji w postaci

$$h_o^2 - h^2 = \frac{Q}{\pi k} \ln \frac{r}{r_o} = 0,73 \frac{Q}{k} \lg \frac{r}{r_o}.$$

Podstawiając $h = H_o$ przy $r = R_o$, otrzymamy

$$Q = 1,36 \frac{k (h_o^2 - H_o^2)}{\lg \frac{R_o}{r_o}}. \quad (13.31)$$