

Powierzchnie jednakowych naporów wyraża się równaniem $x = \text{const}$, a więc są one płaszczyznami przekrojów poprzecznych strumienia.

Z równania (13.8) obliczamy spadek linii ciśnienia, nazywany również gradientem wysokości naporu

$$I = -\frac{dh}{dx} = \frac{h_1 - h_2}{l}.$$

Prędkość filtracji jest równa

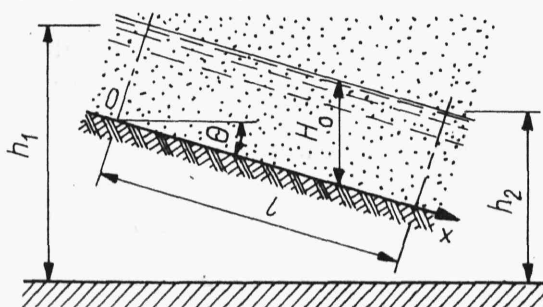
$$v = k \frac{h_1 - h_2}{l}.$$

Wydatek filtracyjny

$$Q = k F_0 \frac{h_1 - h_2}{l}.$$

W przypadku równomiernej filtracji wód o swobodnym zwierciadle (rys.13.6), którego spadek I jest równy spadkowi nieprzepuszczalnego podłoża i , tj. $I = i = \sin \theta$, prędkość filtracji w dowolnym punkcie równa się

$$v = -k \frac{dh}{dx} = k i.$$



Rys.13.6

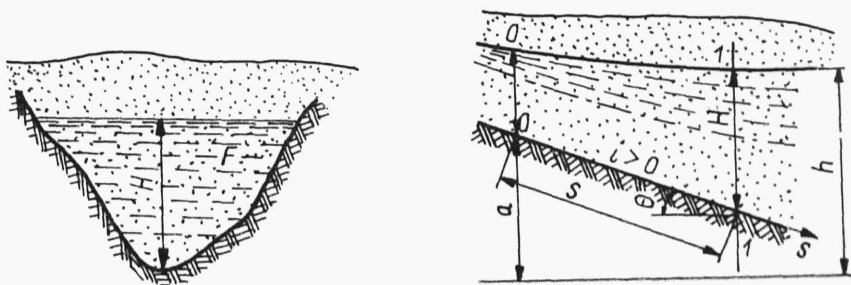
Wydatek filtracyjny

$$Q = F_0 v = k F_0 i, \quad (13.9)$$

gdzie F_0 oznacza pole przekroju poprzecznego strumienia.

13.7. NIERÓWNOMIERNA FILTRACJA WÓD SWOBODNYCH

W przypadku nierównomiernej filtracji przekroje poprzeczne strumienia zmieniają się wzdłuż przepływu (rys.13.7).



Rys.13.7

Rozważmy przypadek wolnozmiennnej filtracji wód swobodnych, przy której przekroje poprzeczne strumienia można w przybliżeniu traktować jako płaskie i równoległe. Wolnozmienna filtracja ma charakter ruchu jednowymiarowego, ponieważ prędkości filtracji są jednakowe we wszystkich punktach przekroju poprzecznego strumienia, a zależą tylko od współrzędnej s .

W tym przypadku lokalny spadek zwierciadła cieczy między przekrojami oddalonymi od siebie o ds równy jest

$$I = - \frac{dh}{ds}.$$

Prędkość filtracji

$$v = - k \frac{dh}{ds}.$$

Wydatek filtracyjny

$$Q = - k F \frac{dh}{ds}. \quad (13.10)$$

Oznaczmy przez H głębokość strumienia filtracji, przez $i = \sin \theta$ - spadek nieprzepuszczalnego podłoża, przez a - wzniesienie tego podłoża nad poziomem porównawczym w przekroju początkowym 0-0, przez s - współrzędną równoległą do linii podłoża.

Na podstawie rysunku 13.7 wyznaczamy wysokość naporu h w przekroju 1-1

$$h = H + a - i s \dots$$

Równanie to napiszemy w postaci różniczkowej

$$\frac{dh}{ds} = \frac{dH}{ds} - i. \quad (13.11)$$

Stąd spadek zwierciadła cieczy

$$I = i - \frac{dH}{ds}.$$

Podstawiając zależność (13.11) do równania (13.10), otrzymamy przy spadku dna $i > 0$.

$$Q = kF \left(i - \frac{dH}{ds} \right). \quad (13.12)$$

Jest to równanie nierównomiernej filtracji o swobodnym zwierciadle w tzw. korytach gruntowych ograniczonych od dołu podłożem nieprzepuszczalnym (rys.13.7).

Przekrój poprzeczny koryta gruntowego zależy przede wszystkim od głębokości strumienia, a więc $F = f(H)$.

Jeżeli dno gruntowego koryta jest poziome, to podstawiając do równania (13.12) $i = 0$, otrzymamy

$$Q = - k F \frac{dH}{ds}. \quad (13.13)$$

W przypadku ujemnego spadku dna gruntowego koryta $i < 0$, przyjmując bezwzględną wartość spadku i' , otrzymamy z równania (13.12)

$$Q = - k F \left(i' + \frac{dH}{ds} \right). \quad (13.14)$$

13.8. CAŁKOWANIE RÓWNAŃ NIERÓWNOMIERNEJ FILTRACJI

Równanie nierównomiernej filtracji w korytach gruntowych można scałkować wówczas, gdy znana jest zależność $F = f(H)$.

Rozważmy najczęściej spotykane w obliczeniach filtracyjnych (w hydrogeologii i hydrotechnice) koryta gruntowe o przekroju prostokątnym, którego pole jest równe