

## **Практическая работа № 7**

### **СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ОЧИСТКИ ГРУНТОВ**

Для регенерации грунтов и предохранения или очистки грунтовых вод можно применить способ промывки, заключающийся в следующем. В пределах контура загрязненного нефтью участка закладывают одну или несколько скважин-колодцев (назовем их отсасывающими), которые соединяют системой трубопроводов с коллектором, подключенным к какой-либо емкости (емкостью может быть и земляной амбар) за пределами участка загрязнения (рис.7.1, а). Еще одну или несколько скважин-колодцев (назовем их питающими) закладывают за контуром загрязнения и присоединяют к распределителю системой трубопроводов. Питающие скважины подают незагрязненную воду через распределитель на поверхность загрязненного участка. Вода путем инфильтрации насыщает грунт, вымывает из него нефть. При откачке воды из отсасывающих колодцев (рис. 7.1, б) нефть или нефтепродукт в пределах зоны влияния каждого колодца будет перемещаться по направлению к колодцу, извлекаться наружу и далее через коллектор закачиваться в емкость. Таким образом происходит промывка грунта и очищение грунтовых вод.

Колодец, опирающийся на водонепроницаемый слой грунта, называется совершенным, а заканчивающийся выше его - несовершенным. При равенстве отбираемого объема воды объему, выделяемому водоносным пластом, движение грунтовых вод называют установившимся.

Проведем расчет основных параметров водосборных (отсасывающих) скважин-колодцев для установившегося движения грунтовых вод.

Депрессионная кривая, характеризующая зону влияния колодца (рис.7.2, б), описывается уравнением:

$$z^2 - h^2 = \frac{Q}{\pi \cdot k} \cdot \ln \frac{R}{r_0}, \quad (7.1)$$

где  $z$  - текущая координата;  $h$  - высота уровня воды в колодце;  $Q$  - дебит или производительность колодца;  $k$  - коэффициент фильтрации;  $R$  - радиус влияния колодца;  $r_0$  - радиус поперечного сечения колодца.

Радиусом влияния называют радиус такого цилиндрического сечения, на границе которого не наблюдается понижения естественного уровня грунтовых вод  $H$ , т. е. при  $r \geq R$   $H = const$ . Для песков средней зернистости  $R = 250 \div 500$  м, а для крупнозернистых песков  $R = 700 \div 1000$  м. В остальных случаях радиус влияния можно определить по эмпирической формуле  $R = 3000 S \sqrt{k}$ , где  $S$  - глубина откачки (рис.7.2, а).

Дебит совершенного колодца:

$$Q = 1,36 \cdot \frac{k \cdot (H^2 - h^2)}{\lg \frac{R}{r_0}}, \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (7.2)$$

Этот параметр используют для подбора насосов.

В отличие от совершенных колодцев питание несовершенных происходит не только через боковые стенки, но и через дно. При этом различают два случая:

- глубина активной зоны водоносного пласта  $H_a$ , участвующей в питании колодцев, меньше естественного уровня грунтовых вод  $H$  (рис.7.2, б, правая часть);
- глубина активной зоны водоносного пласта  $H_a$  больше  $H$  (рис.7.2, б, левая часть).

Глубину активной зоны определяют из соотношения:

$$1 - \sqrt{\frac{h + 0,5r_0}{H_a - S}} \cdot \sqrt[4]{\frac{2(H_a - S) - h}{H_a - S}} = \frac{S}{2H_a}. \quad (7.3)$$

В первом случае дебит несовершенного колодца:

$$Q = 1,365 \cdot \frac{k (H^2 - T^2)}{\lg \frac{R}{r_0}} \cdot \sqrt{\frac{h + 0,5r_0}{T}} \cdot \sqrt[4]{\frac{2T - h}{T}}. \quad (7.4)$$

где  $T$  - расстояние от водоупора до уровня воды в колодце.

Во втором случае дебит определяют по той же формуле, но вместо  $H$  и  $T$  в нее подставляют соответственно  $H_a$  и  $T'$  (рис.7.2, б).

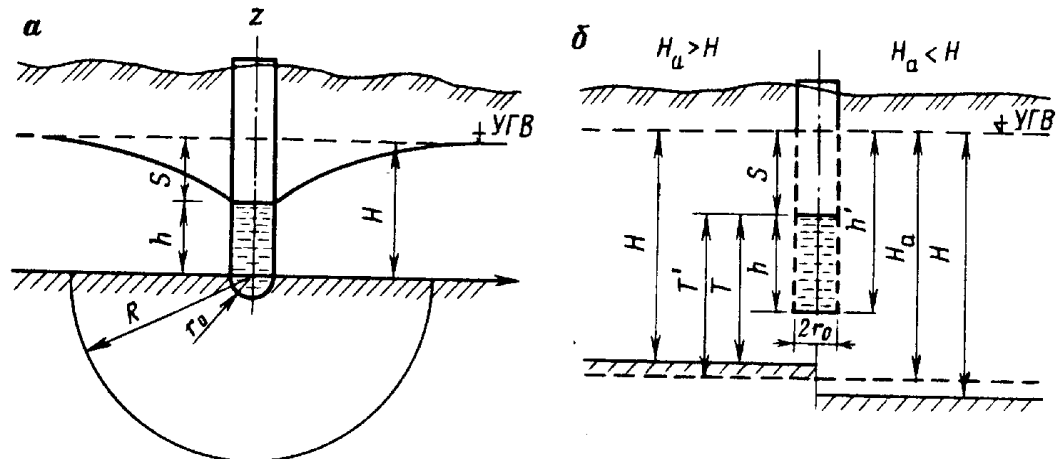


Рис. 7.2. Схема к расчету колодца при очистке грунтов и грунтовых вод  
а - совершенный колодец; б - несовершенный колодец

Необходимо отметить, что в реальных условиях, как в случае совершенного, так и несовершенного колодца, дебит будет несколько отличным от расчетного ввиду инфильтрации воды через дневную поверхность. Если обозначить интенсивность инфильтрации, т. е. количество воды, инфильтрующейся с единицы площади дневной поверхности, через  $q'$ ,

то дополнительный дебит колодца  $\Delta Q = \pi R^2 q'$ . В итоге действительный дебит колодца при промывке грунтовой среды  $Q_d = Q + \Delta Q$ .

При установке одновременно нескольких колодцев в пределах радиусов зоны влияния каждого из них будет наблюдаться взаимное влияние, что приведет к изменению формы результирующей кривой депрессии. Радиус влияния группы колодцев  $R = 575 \cdot S' \sqrt{Hk}$ , где  $S'$  - глубина откачки в центре группы. Для несимметрично расположенных колодцев в качестве центра группы принимают центр тяжести.

Коэффициент фильтрации:

$$k_\phi = k_{np} \cdot \frac{\rho \cdot g}{\mu}, \quad \text{м/с} \quad (7.5)$$

где  $k_{np}$  - проницаемость, м<sup>2</sup>;

$\rho$  - плотность флюида, кг/м<sup>3</sup>;

$\mu$  - вязкость флюида, Па·с.

В реальных условиях при центростремительном движении геофлюидов к скважине проницаемость рассчитывают по формуле:

$$k_{np} = \frac{\mu \cdot Q \left( \lg \frac{R}{r} + C_1 + C_2 \right)}{2\pi h (P_1 - P_2)}, \quad (7.6)$$

где  $\mu$  - вязкость флюида;

$Q$  - дебит скважины;

$R$  - радиус дренажа скважины;

$r$  - радиус скважины;

$h$  - мощность пласта;

$C_1$  и  $C_2$  - коэффициенты, учитывающие степень несовершенства вскрытия пласта (фильтр, перфорация);

$P_1$  и  $P_2$  - давления.

**Пример 7.1.** Рассчитать дебит совершенной скважины-колодца для промывки грунта.

*Исходные данные.* Коэффициент проницаемости водоносных пород  $5,2 \cdot 10^{-12}$  м<sup>2</sup>, плотность воды 1150 кг/м<sup>3</sup>, вязкость воды 1,42 мПа·с, уровень грунтовых вод 15 м, высота уровня воды в колодце 10 м, радиус влияния 500 м, радиус поперечного сечения колодца 0,25 м.

**Решение.**

1. Рассчитаем коэффициент фильтрации:

$$k = 5,2 \cdot 10^{-12} \cdot \frac{1150 \cdot 9,81}{1,42 \cdot 10^{-3}} \cdot 86400 = 3,57, \quad \text{м/сут}$$

2. Определим дебит совершенной скважины-колодца:

$$Q = 1,365 \cdot \frac{3,57 \cdot (5^2 - 10^2)}{\lg \frac{500}{0,25}} = 184,5 \quad \text{м}^3 / \text{сут}.$$

