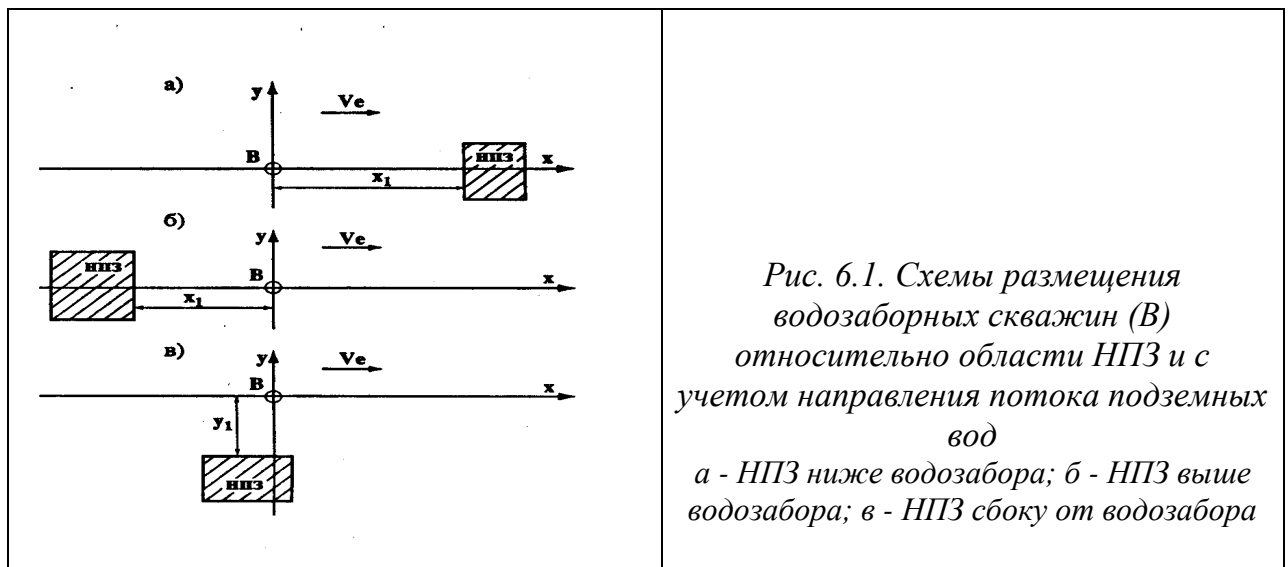


### Практическая работа №8

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПОДТЯГИВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД К ВОДОЗАБОРНЫМ СООРУЖЕНИЯМ

Подобного рода прогнозные оценки выполняются по отношению к подземным водам, загрязненным в основном растворенными углеводородами. При этом рассматриваются либо одна водозаборная скважина, либо группа скважин, расположенных близко друг от друга, которые работают с постоянной производительностью  $Q$ . Оценивается возможность подтягивания к водозабору загрязненных вод от области нефтепродуктового загрязнения (НПЗ) при разных размещениях скважин относительно НПЗ и направлениях потока подземных вод. Типовые схемы размещения водозаборных скважин и области НПЗ с учетом направления потока подземных вод представлены на рис.6.1.

При работе водозаборной скважины или их группы в потоке подземных вод подтягивание к ней загрязненных вод возможно только в том случае, если область питания скважины захватывает область загрязненных вод, каковой в нашем случае является область НПЗ.



*Рис. 6.1. Схемы размещения водозаборных скважин (В) относительно области НПЗ и с учетом направления потока подземных вод*  
*а - НПЗ ниже водозабора; б - НПЗ выше водозабора; в - НПЗ сбоку от водозабора*

Область питания водозаборной скважины В, показанная на рис.6.2, ограничена вниз по потоку подземных вод и с боковых сторон водораздельной линией MAN, но не ограничена вверх по потоку подземных вод.

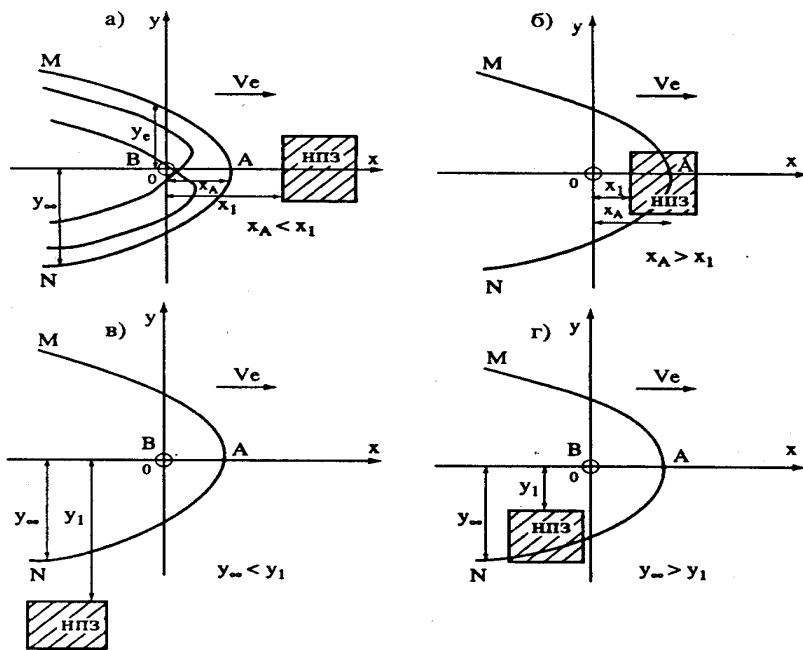


Рис. 6.2. Область питания водозаборной скважины и условия захвата области загрязнения: а - область питания водозабора и ее размеры, область НПЗ не захватывается областью питания; б - область НПЗ, расположенная ниже водозабора, захватывается областью питания; в - область НПЗ, расположенная сбоку от водозабора, не захватывается областью питания; г - область НПЗ, расположенная сбоку, захватывается водозабором

Граница MAN отделяет область питания водозаборной скважины В от остальной части водоносного горизонта. Внутри данной области питания все движение подземных вод направлено к скважине, т.е. все линии тока заканчиваются в точке В. За пределами области питания скважины движение подземных вод минует данную скважину, т.е. линии тока не попадают в нее. Здесь движение подземных вод направлено к области разгрузки, каковой может быть река, водоем, берег моря. Область питания скважины имеет размеры: длину, расстояние  $X_A$  от скважины до водораздельной точки А, расположенной вниз по потоку от скважины; ширину, т.е. боковые размеры, которые характеризуются величинами  $Y_0$  (ширина по линии скважины) и  $Y_\infty$  (ширина вверх по потоку от скважины), причем  $Y_\infty > Y_0$ . Эти размеры определяются по следующим формулам:

$$X_A = \frac{Q}{2\pi \cdot V_e \cdot h}, \quad \text{м} \quad (6.1)$$

$$Y_0 = \frac{Q}{4h \cdot V_e}, \quad \text{м} \quad (6.2)$$

$$Y_\infty = \frac{Q}{2h \cdot V_e}, \quad \text{м} \quad (6.3)$$

где  $V_e$  - скорость фильтрации, м/сут, ( $V_e = k \cdot I$ , где  $k$ -коэффициент фильтрации водоносных пород, м/сут;  $I$  - градиент потока);  
 $h$  - мощность водоносного горизонта, м;

$Q$  - производительность водозаборной скважины, м<sup>3</sup>/сут.

Из формул (6.1) - (6.3) следует, что чем больше производительность скважины  $Q$ , тем больше величины  $X_A$ ,  $Y_0$  и  $Y_\infty$ , т.е. тем больше область питания скважины.

Если область загрязнения подземных вод расположена вниз по потоку подземных вод от водозаборной скважины и на расстоянии  $X_1$  от нее, как это показано на рис.6.2 (схемы а, б), то подтягивание загрязненных вод от области НПЗ к скважине возможно только в том случае, если область питания скважины захватит область загрязнения, т.е. если водораздельная точка А окажется в области загрязнения. Этому случаю соответствуют условие  $X_A > X_1$ .

Если же точка А не попадает в область загрязнения, т.е. при  $X_A < X_1$ , загрязненные воды никогда не подтянутся к водозаборной скважине.

Такие же условия имеют место при подтягивании загрязненных вод от области НПЗ, расположенной сбоку от водозаборной скважины, на расстоянии  $Y_1$  от нее (рис.6.2, схемы в, г). Если имеет место соотношение  $Y_\infty > Y_1$ , то область питания водозабора захватывает область загрязненных подземных вод НПЗ и произойдет подтягивание последних к водозабору. При условии  $Y_\infty < Y_1$ , область питания водозабора не захватывает области загрязненных вод НПЗ и не произойдет их подтягивания к водозабору.

**Пример 6.1.** Оценить возможность подтягивания к водозабору загрязненных вод при разных размещениях скважины относительно области загрязнения нефтепродуктами.

А: область загрязнения располагается в области питания водозабора, граница загрязненных вод находится ниже по потоку подземных вод на расстоянии  $X_1$  от скважины (рис.6.2, б).

Б: область загрязнения располагается в области питания водозабора, граница загрязненных вод находится сбоку от скважины на расстоянии  $Y_1$  (рис.6.2, г).

*Исходные данные.* Коэффициент фильтрации водоносных пород 0,06 м/сут, градиент потока 0,01, мощность водоносного горизонта 12 м, производительность водозаборной скважины 400 м<sup>3</sup>/сут, пористость водоносных пород 0,2. Расстояние  $X_1$  принять равным половине  $X_A$ , расстояние  $Y_1$  принять равным одной трети  $Y_\infty$ .

**Решение.**

1. Рассчитаем скорость фильтрации:

$$V_e = k \cdot I = 0,06 \cdot 0,01 = 0,0006, \quad \text{м/сут}$$

2. Определим размеры области питания скважины, длину и ширину:

$$X_A = \frac{Q}{2\pi V_e h} = \frac{400}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,0006 \cdot 12} = 8846 \text{ м};$$

$$Y_o = \frac{Q}{4hV_e} = \frac{400}{4 \cdot 12 \cdot 0,0006} = 13889 \text{ м};$$

$$Y_\infty = \frac{Q}{2hV_e} = \frac{400}{2 \cdot 12 \cdot 0,0006} = 27778 \text{ м}.$$

3. Оценим возможность подтягивания загрязненных подземных вод к водозабору для ситуации А и ситуации Б, сравнив расстояния от скважины до области загрязнения и размеры области питания скважины:

$$X_1 = \frac{8846}{2} = 4423 \text{ м};$$

$$Y_1 = \frac{27778}{3} = 9259 \text{ м}.$$

Поскольку  $X_A > X_1$  и  $Y_\infty > Y_1$ , область питания водозабора захватывает область загрязнения.

4. Рассчитаем время, за которое первые порции загрязненных вод подтянутся к водозабору.

А. Отрезок  $X_1$  разбиваем на несколько одинаковых по длине отрезков. Для точки середины каждого отрезка рассчитываем скорость движения подземных вод по формуле:

$$V_q = \frac{Q}{2\pi h n X_{1i}} - \frac{V_e}{n}, \text{ м/сут} \quad (6.4)$$

где  $X_{1i}$  - координата точки середины отрезка (отсчитывается от начала координат);

$n$  - пористость водоносных пород.

$$V_{q1} = \frac{400}{2 \cdot 3,14 \cdot 12 \cdot 0,2 \cdot 737,2} - \frac{0,0006}{0,2} = 0,033 \text{ м/сут},$$

$$V_{q2} = \frac{400}{2 \cdot 3,14 \cdot 12 \cdot 0,2 \cdot 2211,5} - \frac{0,0006}{0,2} = 0,009 \text{ м/сут},$$

$$V_{q3} = \frac{400}{2 \cdot 3,14 \cdot 12 \cdot 0,2 \cdot 3685,8} - \frac{0,0006}{0,2} = 0,0042 \text{ м/сут}.$$

По известной скорости движения подземных вод ( $V_{qi}$ ) и длине отрезка ( $\Delta X_1$ ) определяем время прохождения водой каждого отрезка:

$$t_1 = \frac{\Delta X_1}{V_{q1}} = \frac{1474,3}{0,033} = \frac{44675}{365} = 122 \text{ года};$$

$$t_2 = \frac{1474,3}{0,009} = \frac{163811}{365} = 449 \text{ лет};$$

$$t_3 = \frac{1474,3}{0,0042} = \frac{351024}{365} = 962 \text{ года}.$$

Общее время прохождения первыми порциями загрязненных вод всего пути  $X_1$  от границы области загрязнения до скважины получится суммированием частных времен:

$$t = \sum t_i = 122 + 449 + 962 = 1533 \text{ года.}$$

Б. В этом случае время подтягивания загрязненных вод к водозабору приближенно определяется по формуле:

$$t = \frac{\pi \cdot n \cdot h \cdot Y_1^2}{Q} \quad (6.5)$$

$$t = \frac{3,14 \cdot 0,2 \cdot 12 \cdot 9259^2}{400} = \frac{1615136}{365} = 4425 \text{ лет.}$$

Если времена подтягивания загрязненных вод, к водозабору на расстояниях  $X_1$  и  $Y_1$  достаточно большие (свыше 20 - 30 лет), нет непосредственной угрозы для водозабора.

Если время подтягивания загрязненных вод окажется более коротким (10 - 15 лет и менее), то следует предусмотреть меры по локализации области загрязнения НПЗ или оборудовать новый хозяйственно-питьевой водозабор в другом более безопасном месте, а старый водозабор оставить для технического использования.

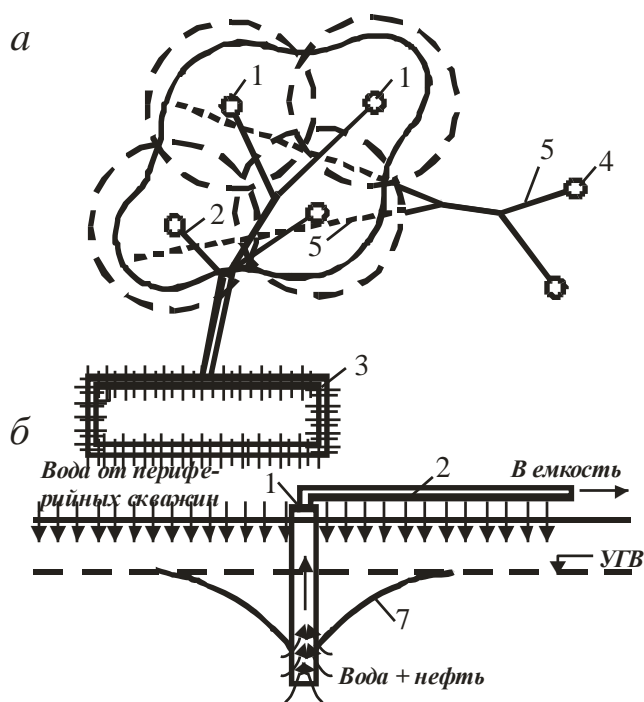


Рис. 7.1. Схемы расположения колодцев (а) и откачки воды из них (б) при регенерации грунтов и грунтовых вод:

- 1 - отсасывающие колодцы; 2,5 - трубопроводы;  
 3 - амбар; 4 - питающие колодцы; 6 -  
 перфорированные трубы; 7 - кривая депрессии;  
 УГВ — уровень грунтовых вод