

- 1 А.с. 897965 СССР, МКл^д Е04В1/78. Теплоизоляционная панель / М.Г. Карагезян, К.О. Карамян, А.Е. Гевондян (СССР). - № 2898954/29-33; Заявлено 25.03.80, Опубл. 15.01.82, Бюл. № 2. - 3 с.
- 2 А.с. 520435 МКл^д Е04В1/78. Горизонтальный стык наружных стеновых панелей с защитными экранами / К.О. Карамян и др. (СССР). - № 2028241/29-33; Заявлено 27.05.74, Опубл. 15.03.76, Бюл. № 7. - 3 с.
- 3 А.с. 1270250 СССР, SU 1270250 А1Е04В1/76. Теплоизоляционная панель / К.О. Карамян, М.З. Симонов и др. (СССР). - № 3554575/29-33; Заявлено 25.03.80, Опубл. 15.11.86, Бюл. № 42. - 3 с.
- 4 Карамян К.О. Температурно-влажностные деформации и напряжения ограждающих конструкций зданий. - Ереван: Айастан, 1976. - 306 с.

ԵրԱՏԻ

21.10.1997

Изд. НАН и ГНУ Армении (сер. ТН), т. LI, № 2, 1999, с. 250-254

УДК 624.131

ГИДРАВЛИКА

В.С. САРКИСЯН, С.В. САРКИСЯН

ДИНАМИКА ДВИЖЕНИЯ УРОВНЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПРИ ОТКАЧКЕ ВОДЫ ИЗ ОДИНОЧНЫХ СКВАЖИН

Դիտարկվում է ստորերկրյա ջրերի ճնշումային-ու ճնշումային շարժումը, երբ քրտնային զրուստը բաղադրվում է առանձին հորատանցքերից՝ համապատասխան էլքով: Առաջարկվում են բաժանված արտաքին հեղուկափոխանակման են տալիս կանխադրաշարժերը քրի հորիզոնի իջնումը (կամ ելքի փոխափոխությունը) ժամանակի ցանկացած պահին, ինչպես նաև ճնշումային ու ճնշումային սահմանի կոորդինատները: Լուծումներից օգտվելը հնչուսքներու նպատակով կառուցված է գրաֆիկ:

Рассматриваются вопросы напорно-безнапорного движения при откачке подземных вод (ПВ) с постоянным расходом или постоянным понижением уровня. Получены аналитические решения, позволяющие определить изменение уровня ПВ (или расход воды) в любой точке водоносного пласта, а также положение границы раздела.

Ил. 2. Библиогр.: 2 назв.

Head-headless pressure movement problems in underwater pumping with fixed discharge or fixed decline of water level are considered. Analytical solutions allowing to specify phreatic level change (or water discharge) at any water-bearing stratum point as well as interface position are obtained.

Ил. 2. Ref. 2

Как известно, в орошаемых и осушаемых землях большое распространение имеют двухслойные строения грунтов. Причем верхний слой в основном малопроницаемый (суглинисто-супесчаные, глинистые грунты), а нижний - относительно сильнопроницаемый (песчаные грунты).

Для поддержания уровня грунтовых вод на некоторой оптимальной глубине (для орошаемых земель это глубина, исключая вторичное засоление земель, а для осушаемых - глубина, позволяющая произвести определенные сельскохозяйственные работы) в зависимости от природных условий устраиваются горизонтальный, вертикальный или комбинированный дренажи, а в некоторых случаях - одновременно горизонтальный и вертикальный, или горизонтальный и комбинированный дренажи [2]. Вертикальный и комбинированный дренажи, как правило, целесообразно сооружать в неоднородных слоистых грунтах, когда имеется подпитка подземных вод из нижележащих, более проницаемых напорных горизонтов в верхние пласты (безнапорные или с меньшим напором). Разумным сочетанием различных видов дренажей можно обеспечить более или менее равномерное понижение уровня грунтовых вод, т.е. создать благоприятные условия для высоких урожаев.

Регулирование режима подземных вод приводит к изменению напряженно-деформированного состояния грунтов. При понижении уровня подземных вод происходит уплотнение грунтов в осушаемой части, что приводит к их оседанию. Если на данном участке имеются здания и сооружения, а также инженерные коммуникации, в том числе и различные мелиоративные системы, то возникает опасность их разрушения из-за возникающих неравномерных осадков.

Во избежание этих негативных явлений необходимо наряду с проектированием различных дренажей производить прогнозные расчеты по определению напряженно-деформированного состояния грунтов и найти возможные деформации сооружений при понижении уровня грунтовых вод на ту или иную высоту. Однако в настоящее время такие расчеты проектными организациями не производятся из-за сложности и недостаточной изученности этого вопроса.

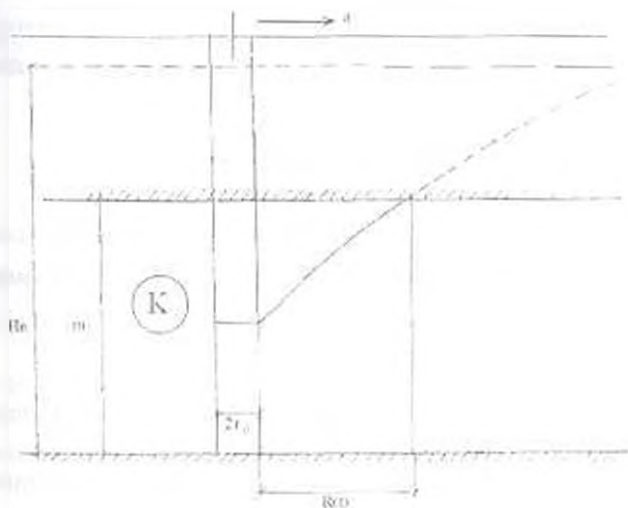


Рис. 1. Схема к расчету осадки с учетом напорно-безнапорного режима

В связи с интенсивной сосредоточенной эксплуатацией подземных вод во многих местах наблюдается резкое снижение уровня воды у водозаборных скважин. Для отбора заданного расхода воды возникает необходимость откачки с большими понижениями уровня подземных вод в скважинах. Иногда эти понижения превышают напоры воды над кровлей пласта. В таких случаях у водозаборных скважин в зоне радиусом $r \leq R$ возникает безнапорное движение подземных вод, а в зоне $r > R$ это движение носит по-прежнему напорный характер.

Решим задачу о притоке подземных вод к скважинам (рис.1) с учетом образования у водозаборов безнапорной зоны радиусом $r = R(t)$, а в зоне $r > R(t)$ фильтрация носит напорный характер.

В начальный период эксплуатации скважин ($t \leq t_0$), когда понижение уровня подземных вод в водозаборах составляет $S_0 < H_0 - m$ (H_0 - первоначальный напор, m - мощность напорного пласта), в любой момент времени t и в любой точке водоносного пласта с координатой r оно определяется по формуле [1]

$$S = \frac{Q}{4\pi T} \left[-Ei \left(-\frac{r^2}{4a_1 t} \right) + \xi_0 \right] - Ei(-x) = \int_0^x \frac{e^{-u}}{u} du, \quad (1)$$

где Q - дебит скважины, $T = km$ - проводимость пласта, k - коэффициент фильтрации; a_1 - коэффициент пьезопроводности; $\xi_0 = f(m, l/r)$ - безразмерное сопротивление, обусловленное несовершенством скважины по степени и характеру вскрытия пласта и определяемое по таблицам и графикам [1].

Принимая в (1) $r = r_0$, $S = S_0 = H_0 - m$, найдем продолжительность первой стадии фильтрации ($t = t_0$), после которой вокруг скважины начнет образовываться зона безнапорного движения. В результате получим:

$$t_0 = \frac{r_0^2}{4a_1} \left\{ \text{Arc} \left[-Ei \left(-\frac{4\pi km S_0}{Q} \right) - \xi_0 \right] \right\}^{-1}, \quad (2)$$

где S_0 - понижение уровня подземных вод в скважине.

При $r_0 / 4a_1 t < 0,1$ с точностью до 5% вместо (2) имеем

$$t_0 = \frac{r_0^2}{4a_1} \exp \left[\frac{4\pi km (H_0 - m)}{Q} \right], \quad r_0^2 = r_0^2 e^{-\xi_0} \quad (3)$$

Для $t > t_0$ когда в пласте имеет место как безнапорное, так и напорное движение, решение задачи о притоке подземных вод к одиночной скважине сводится к интегрированию следующей системы дифференциальных уравнений:

$$\frac{\partial^2 S_i}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial S_i}{\partial r} = \frac{1}{a_i} \frac{\partial S_i}{\partial t}, \quad i=1,2. \quad (4)$$

где S_i - понижение урpnия подземных вод соответственно в зонах $r_0 < r \leq R(t)$ (безнапорная зона) и $R(t) < r < \infty$ (напорная зона); $a_{1,2}$ - коэффициент гидродиффузии в этих зонах; r и t - координата и время.

При этом должны соблюдаться следующие краевые условия, принятые для осесимметричной задачи Стефана:

$$S_2(\infty, t) = S_1(r, 0) = 0 \quad (5)$$

$$2\pi k m \left. \frac{\partial S_1}{\partial r} \right|_{r=R(t)} = -Q \quad (6)$$

$$S_1(R, t) = S_2(R, t) = Hc - m \quad (7)$$

$$\frac{\partial S_1(R, t)}{\partial t} = \frac{\partial S_2(R, t)}{\partial t} \quad (8)$$

Если принять в (6) $r_0 \rightarrow 0$, то решение системы (4) при условии (5) - (7) можно выразить уравнениями

$$S_1 = A_1 \left[-Ei \left(-\frac{r^2}{4a_1 t} \right) \right] + B_1 \quad (9)$$

$$S_2 = A_2 \left[-Ei \left(-\frac{r^2}{4a_2 t} \right) \right] + B_2 \quad (10)$$

Коэффициенты интегрирования $A_{1,2}$ и $B_{1,2}$ и координата $R(t)$ находятся из условий (5)-(8).

Вводя (9) - (10) в (5) - (7), получим

$$A_1 = \frac{Q}{4\pi k m} \quad (11)$$

$$B_1 = Hc - m + \frac{Q}{4\pi k m} \exp \left(-\frac{R^2}{4a_1 t} \right) Ei \left(-\frac{R^2}{4a_1 t} \right) \quad (12)$$

$$A_2 = \frac{Hc - m}{-Ei(-R^2/4a_2 t)}, \quad B_2 = 0 \quad (13)$$

Обычно $r_0^2/4a_1 t < 0.05$, поэтому с точностью до 5% можно в (8) принять $\exp(r_0^2/4a_1 t) = 1$ и $A_1 = Q/4\pi k m$.

Подставляя (11) - (13) в (9) - (10), получим

$$S_1 = Hc - m + \frac{Q}{4\pi k m} \left[-Ei \left(-\frac{r^2}{4a_1 t} \right) + \exp(\alpha a_1 t) Ei(-\alpha a_1 t) \right] \quad (14)$$

$$S_2 = m \frac{Ei(-r^2/4a_2 t)}{Ei(-\alpha)} \quad (15)$$

где

$$a_0 = \frac{a_1}{a_1}, \quad \alpha = \frac{R^2}{4a_1 t} \quad (16)$$

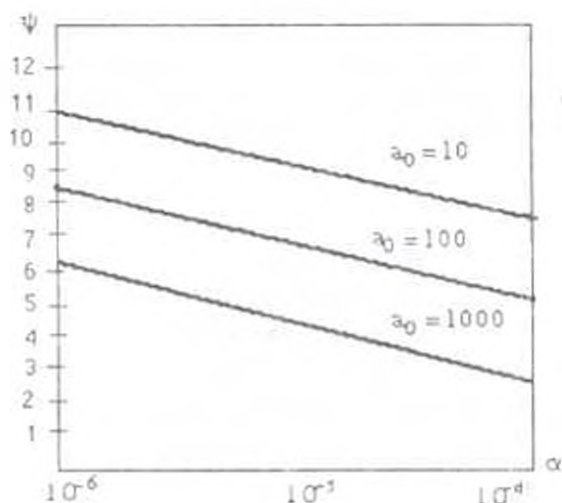


Рис. 2 График функции $\psi = f(\alpha, a_0)$

Принимая в [14] $t = t_{\text{из}}$, определим понижение уровня в скважине $S_1 = S$.

Радиус зоны безнапорного движения находим из условия (8)

$$\alpha(a_0 - 1) + \ln[1 - E_1 - \alpha] = \ln \psi \quad (17)$$

где

$$\psi = \frac{Q}{4\pi k m (H_e - m)} \quad (18)$$

Параметр α из (17) находится путем подбора. Для удобства расчета строится график расчета функции $\psi = f(\alpha, a_0)$. Задаваясь значениями α и a_0 по (14) находим параметр ψ и строим график $\psi = f(\alpha, a_0)$. Учитывая, что параметры ψ и a_0 известны, из графика легко определить величину α , после чего радиус безнапорной зоны (рис.2)

$$R = 2\sqrt{\alpha a_0 t} \quad (19)$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Гидродинамические и физико-химические свойства горных пород / Н.Н. Веригин, С.В. Васильев, В.С. Саркисян, Б.Ш. Шержуков. - М.: Недра, 1977. - 271 с.
2. Методы фильтрационных расчетов гидромелиоративных систем / С.В. Васильев, Н.Н. Веригин, Б.А. Глейзер и др. - М.: Колос, 1970. - 440 с.