

УДК 539; 539,3; 532.5

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЙ ГРУНТОВЫХ ВОД В
ДВУХСЛОЙНОЙ ВОДОНОСНОЙ ТОЛЩИ С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ
НАПЛАСТОВАНИЕМ**

Б.С.Худайкулов

Мустақил тадқиқотчи

У.Т.Жовлиев

PhD, кат.и.х

Ш.Журахонова

Таянч докторант

Ғ.Омонов

Таянч докторант

Н.Халилов

Таянч докторант

И.Х.Хушвактов

Таянч докторант

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10836423>

АННОТАЦИЯ

Исследуется двухслойное строение водоносной толщи с горизонтальным напластованием. На верхних, слабо проницаемых водоносных толщах заключены воды со свободной поверхностью. Нижний пласт со значительно большей водопроницаемостью. Приводятся вычисления величины питания грунтовых вод в рассматриваемом случае в неоднородной толще со слабо меняющейся водопроницаемостью по вертикали.

Ключевые слова: двухслойное строение водоносной толщи, питания грунтовых вод, мощность пласта, водоотдача пород, неоднородных водоносные толщи, слабо меняющиеся, водопроницаемость, обсадные буровые трубы.

АННОТАЦИЯ

Сув ўтказувчи қатламлар орасидагисув юриши кузатилиб, сувнинг қатламларда горизонтал текис шимилиши ўрганилади. Юқори кам ўтказувчан пластда эркин сиртга эга сув йиғилиши ва пастки пластнинг ўтказувчанлиги юқорилиги туфайли сув йиғилишини ҳисоблаш методлари берилди ва фильтрация сувларининг ҳаракати ва сарфи берилди.

ANNOTATION

The article considers two-layer structure of aquifer strata with horizontal bedding. On the upper, poorly permeable aquifer enclosed of water with a free surface. The bottom layer with greater permeability. Examines the movement of seepage waters. The double layer thickness of water-bearing rocks under rapid change in permeability and presence of vertical water exchange between layers".

Во многих территориях Республики Узбекистан расселение засоления почв подвергаются фазовым переходам, химическим реакциям, силовому взаимодействию.

Расселение засоления моделируются как движения дисперсных смесей в двухслойных строениях водоносной толщи с горизонтальным напластованием (рис.1.) При расслоении верхние слои слабо проницаемые, и водоносные пласты имеют определенный коэффициент фильтрации и влияние орошения приводит совсем к другим процессам, более отрицательное, чем ниже КПД оросительных систем. А в высших слоях величина вододачи на орошение меньше интенсивности искусственного дрена. Новосоздаваемая система математического моделирования контролирует через ГИС положение и состояние земель.

Применение математического аппарата на исследования влияний орошения на грунтовые воды и почвенный покров является актуальной задачей для нашей Республики и всей Центральной Азии.

Объёмные концентрации воды и минерализованной среды постоянны при движении обеих фаз и фазовые преобразования отсутствуют. Водоносные пласты однообразные, при движении дисперсной смеси отсутствуют деформации, образование и развитие новых трещин. [5]

Рассмотрим двухслойное строение водоносной толщи с горизонтальным напластованием, где происходит движения грунтовых и напорных вод. (рис.1.) Верхний слабо проницаемый водоносный пласт имеет коэффициент фильтрации k_1 . В нем заключены воды со свободной поверхностью. Нижний пласт значительно большей водопроницаемостью имеет коэффициент фильтрации k_2 . В нем движутся в основном напорные воды. Пьезометрическая поверхность последних заметно выше зеркала грунтовых вод, но может быть и ниже его.

В силу такого соотношения напоров воды по вертикали в неоднородной водоносной толще, помимо горизонтального движения вод, имеет место восходящая или нисходящая фильтрация с расходом q_b из одного пласта в другой в зависимости от соотношения напоров в водоносных пластах.

В этих случаях происходит, разгрузка напорных вод путем восходящей фильтрации из нижних песчано-галечниковых пластов в верхние - суглинистые, из которых грунтовые воды подвергаются интенсивному испарению и частично оттоку в горизонтальном направлении.

Для плоского движения грунтовых и напорных вод, заключенных в призме a, b, c, d с основанием dx , обозначим мощность грунтового потока в начальном сечении ab через h_1 , считая ее от подошвы верхнего пласта, постоянную мощность нижнего пласта - через h_2 (рис.1). Выделенную призму в дальнейшем будет называть элементом потока подземных вод. Тогда уравнение баланса подземных

вод в выделенном элементе сложного потока в дифференциальной форме выразится так:

$$(1) \mu \frac{\partial h_1}{\partial t} dx = -\frac{\partial q_1}{\partial x} dx - \frac{\partial q_2}{\partial x} dx + W dx$$

Где q_1 и q_2 - притоки соответственно грунтовых, напорных вод, поступающих в горизонтальном направлении в элемент потока через верхнее сечение ab единицу времени; dx -протяженность элемента потока; dh_1 приращение мощности грунтового потока за время dt . В конечных разностях это уравнение можно выразить так:

$$(2) \frac{\Delta h_1}{\Delta t} = \frac{k_{cp} h}{\mu} \cdot \frac{h'_1 - 2h''_1 + h'''_1}{(\Delta x)^2} + \frac{k_2 h_2}{\mu} \cdot \frac{\zeta' - 2\zeta'' + \zeta'''}{(\Delta x)^2} + \frac{W}{\mu}$$

Где h'_1, h''_1, h'''_1 — уровни грунтовых вод, считая от подошвы верхнего слоя, соответственно в верхнем, среднем и нижнем сечениях потока на средний момент $s+1$ данного промежутка времени;

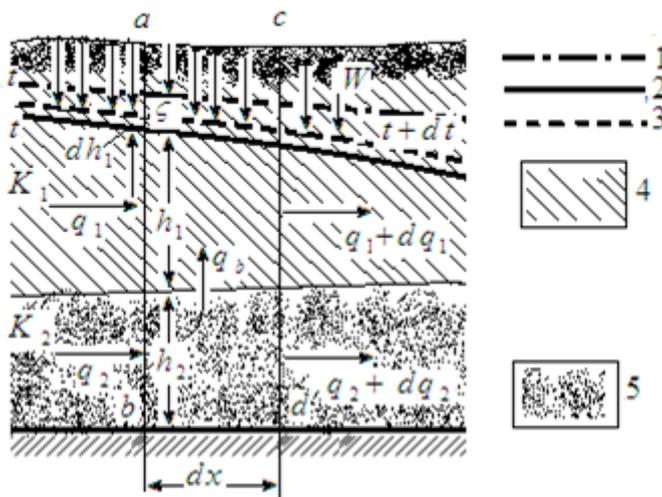


Рис.1. Схема движения и обозначений элементов баланса грунтовых вод в двухслойной толще пород.
1-пьезометрическая поверхность напорных вод.
2-зеркало грунтовых вод в верхнем слое в момент t
3-тоже, но в момент времени $t + dt$ 4-сугленок; 5-песок

$\zeta', \zeta'', \zeta'''$ - разности между высотами пьезометрической поверхности нижнего пласта и зеркала грунтовых вод верхнего, или потери напора при вертикальной

фильтрации из нижнего пласта в верхний, соответственно в верхнем, среднем и нижнем сечениях потоков на средний момент $s+1$ промежутка времени Δt ;

Δh_1 - изменение уровня грунтовых вод верхнего пласта за время Δt в выделенном элементе потока;

Δx - протяженность элемента потока;

h - средняя мощность всей водоносной толщи.

Приближенность этого уравнения связана с тем, что при выводе пренебрегали изменением мощности потока в верхнем пласте. Из уравнения вытекает ряд методических выводов:

1. При изучении режима подземных вод в неоднородной толще пород, сложенной по рассмотренной схеме, фильтры наблюдательных скважин необходимо закладывать как в верхнем слабо проницаемом пласте (ближе к зеркалу воды), так и в нижнем — более проницаемом (вблизи подошвы верхнего слоя). Обязательное требование к оборудованию глубоких скважин заключается в том, чтобы обсадные буровые-трубы для перекрытия верхнего пласта не выходили из его пределов и были установлены в нижней части этого пласта. В дальнейшем эти трубы не извлекаются. Следовательно, бурение одним диаметром слоистой толщии недопустимо, так как в противном случае возможно поза трубное сообщение вод разных пластов.

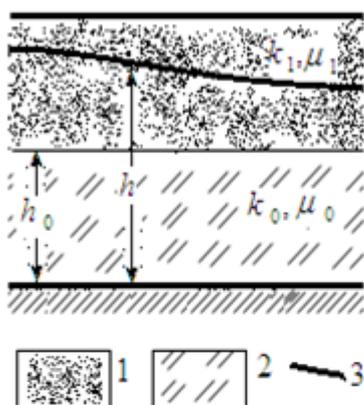


Рис.2. Схема неоднородного строения водоносного пласта. 1-песок 2-супесь или глинистый песок; 3-зеркало грунтовых вод.

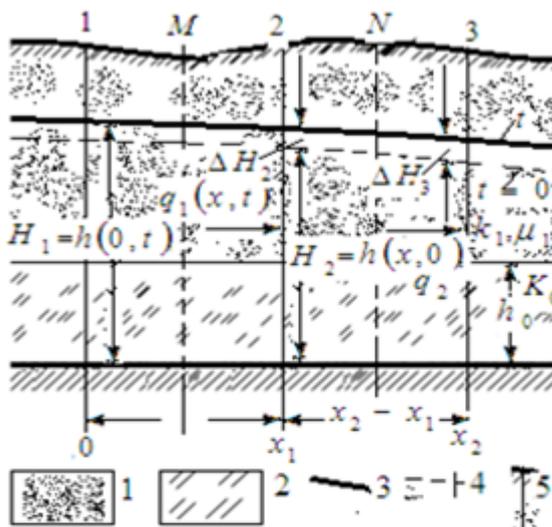


Рис.3. расчётных сечений для грунтового потока в неоднородном пласте. 1-песок 2-супесь или глинистый песок; 3-зеркало грунтовых вод на промежуточный момент времени t 4-тоже в начальный момент $t=0$ 5-расчётное сечение наблюдательной скважины и её номер.

2. Наблюдения за изменением уровня грунтовых и напорных вод следует производить по спаренным мелким и глубоким скважинам (соответственно в верхнем и нижнем пластах). Следовательно, створ наблюдательных скважин должен совпадать с направлением движения вод и состоять, как минимум, из трех пар скважин, в каждой из которых будут мелкая (на верхний) и глубокая (на нижний пласт) скважины. Расстояние между мелкой и глубокой скважинами в каждой паре должно быть минимальным (около 1 м). Расчет питания грунтовых вод W с помощью уравнения (2) требует знания изменения уровня воды в верхнем пласте Δh_1 (по средней скважине), распределения уровней во всех трех скважинах (h_1', h_1'', h_1''') , заложенных в этом пласте, и распределения напоров воды в нижнем пласте по трем глубоким скважинам.

Водоносная толща пород со слабо меняющейся водопроницаемостью по вертикали. Для неоднородных водоносных толщ со слабо меняющейся водопроницаемостью с глубиной при вычислении расходов потока Q_1 и Q_2 , входящих в уравнения (1) баланса грунтовых вод, можно воспользоваться решениям П. Я. Полубариновой-Кочиной. Так, например, при горизонтальном водоупоре единичный расход потока (отнесенный к единице его ширины) в двухслойной толще для сечения x равен [3-6]:

$$(2) q(x, t) = \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{a\sqrt{\pi}} e^{-\frac{x^2}{4a^2t}}$$

Где $q(x, t)$ — единичный расход потока в сечении x в момент времени t ;

Φ_1 и Φ_2 — граничное и начальное условия для функции Φ от координаты x и y , данной Н. К. Гириным в виде:

$$\Phi(x, y) = \int_0^h (z - h)k(z)dz$$

где h — напор, или функция, зависящая в свою очередь от координат x и y и времени t ; $k(z)$ — коэффициент фильтрации, зависящей от высоты z ;

$$(3) a^2 = \frac{1}{\mu_0} \int_0^h k(z) dz$$

Где μ — водоотдача или недостаток насыщения грунтов;

x — расстояние данного сечения от начала отсчета;

Нахождение значений функции $\Phi(x, y)$, зависящей от координат (x, y) , возможно, если будут известны напоры воды h на границе потока ($x = 0$), для выбранного момента времени t , а также в сечении x в начальный момент ($t = 0$) и закон изменения коэффициента фильтрации по глубине $k(z)$.

При этом же двухслойном строении пласта П. Я-Полубаринова-Кочина дает следующие выражения для Φ_1 и Φ_2 : граничное условие для Φ :

$$(4) \Phi_1 = \Phi(0, t) = -\frac{1}{2} k_1 \{ [H_1 + (c-1)h_0]^2 + c(c-1)h_0^2 \}$$

Начальное условие для Φ :

$$(5) \Phi_2 = \Phi(x, 0) = -\frac{1}{2} k_1 \{ [H_2 + (c-1)h_0]^2 + c(c-1)h_0^2 \}$$

В этих уравнениях: $H_1 = h(0, t)$ - напор воды в начальном сечении, для которого $x = 0$, например, в сечении ab (рис.1) в момент времени t ;

$H_2 = h(x, 0)$ - напор воды в сечении x ; например, в сечении cd в начальный момент времени t k_1 - коэффициент фильтрации верхнего пласта;

$\bar{k}_1 = \frac{k_0}{k_1} - k_0$ - коэффициент фильтрации нижнего пласта;

h_0 - мощность нижнего пласта (рис.2). Для этого же случая движения вод П.Я. Полубаринова-Кочина при расчете величины a^2 рекомендует формулу:

$$(6) a^2 = \frac{k_0 h_0 + k_1 \bar{h}_1}{\mu_1}$$

где \bar{h}_1 - среднее значение $h - h_0$; h - суммарная мощность потока, от зеркала воды до водоупора;

μ_1 - водоотдача или недостаток насыщения грунтов верхнего пласта.

Выводы: Порядок вычисления величины питания грунтовых вод в рассматриваемом случае движения их в неоднородной толще со слабо меняющейся водопроницаемостью по вертикали (рис.3) сводится к следующему.

1. Для выбранного элемента потока между двумя скважинами, расположенными в створе по потоку, по уравнению (6) вычисляют a^2 ; для этого

надо знать: водопроницаемость обоих пластов k_0, k_1 водоотдачу верхнего пласта μ_1 мощность нижнего пласта h_0 и среднее значение разности $\bar{h} = h - h_0$, т. е. среднюю мощность верхнего пласта.

2. По уравнениям (4) и (5) вычисляют значения функций Φ_1 и Φ_2 . Для чего используют: данные об уровне грунтового потока в первой скважине $H_1 = h(0, t)$ на конечный момент данного промежутка времени t , данные об уровне потока во второй скважине $H_2 = h(x, 0)$ в начальный момент $t = 0$; мощность нижнего пласта h_0 и отношение коэффициентов фильтрации $C = \frac{k_0}{k_1}$ $C = \frac{k_1}{k_0}$ - нижнего и верхнего пластов [1-4].

3. По найденным значениям a^2, Φ_1, Φ_2 и известному x (расстояние между скважинами), t (промежуток времени после начала отсчетов его) с помощью уравнения (3) вычисляют расход потока $q_1(x, t)$ в сечении x или сечении 2 (рис.3) на момент t .

4. Аналогичным путем производят расчет расхода потока $q_2(x, t)$ на тот же момент t в сечении третьей скважины, для чего в качестве начального сечения можно принять предыдущую скважину 2. (рис.3).

5. Зная изменения уровня грунтовых вод по скважинам 2 и 3 ($\Delta H_2, \Delta H_3$) за промежуток времени Δt , выбранный так, чтобы в середине его оказался момент t , находят среднее значение изменения уровня воды $\Delta H_{cp} = \frac{\Delta H_2 + \Delta H_3}{2}$, которые можно отнести к интервалу между скважинами 2 и 3.

6. По данным $\Delta H_{cp}; q_1(x, t)$ и $q_2(x, t)$ водоотдаче пород μ_1 верхнего пласта в интервале скважин 2 и 3 из уравнения (1) определяют величину питания грунтовых вод в виде

$$(7) W = \mu_1 \frac{\Delta H_{cp}}{\Delta t} - \frac{q_1 - q_2}{x_2 - x_1}$$

Из рассмотрения уравнений (2) и (3) следует, что в случаях применения их требуется знать мощность нижнего пласта неоднородной толщи пород [4].

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Бочеввер Ф. М. Гидрогеологические расчеты крупных водозаборов подземных вод и водопонижительных установок. Стройиздат, 1963.
2. Веригин Н. Н., Саркисян В. С. Метод расчета подземных водозаборов и вертикального дренажа в полуограниченном водоносном пласте. Тр. ВОДГЕО, вып. 13, Гидрогеология. Госстройиздат, 1966.
3. Влюшин В. Е. Метод непрерывного распределения стоков по площади для подсчета пластового давления при разработке крупных нефтяных залежей. Тр. МИНХ и ГП, вып. 55. Изд. «Недра», 1965.
4. Khudaykulov S. I., Yakhshibaev D. S., Usmonov A. H., Nishonov F.Kh. Change in concentration of collector waters along the flow length taking into account the difference in densities <http://dx.doi.org/10.26739/2433-202x> Issue DOI <http://dx.doi.org/10.26739/2433-202x-209-2019-1> Asian Journal of Research ' 1-3, 2019 ISSN 2433-202x IMPACT FACTOR JOURNAL DOI 10.26739/2433-202x SJIF 5,1 www.journalofresearch.asia IFS 2,7 info@journalofresearch.asia 39-43s.
5. Хамидов А.А., Худайкулов С.И «Теория струй многофазной вязкой жидкости «ФАН» 2003.140 с.
6. Худайкулов С.И., Нишонов Ф.Х, Усманов А.А, Усманова Н.А. «Моделирование устойчивости внутренних волн и теплового баланса многофазных стратифицированных течений». Сборник материалов I международной научно-практической конференции “Актуальные проблемы внедрения инновационной техники и технологий на предприятиях по производству строительных материалов, химической промышленности и в смежных отраслях” 24-25 мая 2019 года. I – том. Фергана. С.446-450.
7. Жовлиев У.Т., Казаков Э., Якубов Г. —Extension Of Tubular Water Discharge Limitations With Water Flow Extinguishers—International journal of scientific & technology research volume 8, issue 12, december 2019 issn 2277-8616 Pp-2080-2082 www.ijstr.org (ScopusISSN 2277-8616) IF.4.850
8. Жовлиев У.Т., Худайкулов С.И. Алгоритм учёта вихревых зон при входе в насосы. Вестник Туринского политехнического университета в городе Ташкенте, выпуск 1/2018. С.58-60. (05.00.00; №25)
9. Жовлиев У.Т., Маннопова Х, Худайкулов Б.С. «Связь зоны пониженного или повышенного давления с характерным изменением скоростного напора» Ж: Проблемы механики. № 3, Ташкент 2018 С.87-91.(05.00.00;№6)
10. Жовлиев У.Т., «Юқори босимли гидротехник иншоотларда сув ҳаракатидаги вибрация жараёнлари» Ж: Агро Илм № 2, Тошкент 2019, С.96-98.(05.00.00; №3)
11. Ў.Жовлиев. «Юқори босимли иншоотларда вужудга келадиган шиддатли оқимнинг гидравлик параметрлари» Ўзбекистон Қишлоқ ва сув хўжалиги журнали илмий иловаси. —AGRO-ILM» Тошкент 2019. № 3, С. 66-67. (05.00.00; №3)