



Республика Таджикистан

(19) **TJ** ⁽¹¹⁾ **1414**
(51) МПК: **B01D61/00, G01N9/00,**
G01N13/00

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ

ВЕДОМСТВО

(12) **Описание изобретения** К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

1

(21) 2301832

(22) 05.05.2023

(46) Бюл. 197, 2023

(71) (72) (73) Давлатшоев Саломат Каноатшоевич

(54) **СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛУБИНЫ
ОПРЕСНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОД И ЗАВЕС МЕЖДУ ВОДНЫМИ
РАСТВОРАМИ РАЗНОЙ ПЛОТНОСТИ**

(57) Изобретение относится к области физики, а именно к процессам опреснения, отжатия и завес между подземными минерализованными водами разной плотности в основании гидротехнического сооружения.

Способ заключается в том, что на берегу реки с сезонным колебанием уровня воды, создающим гидростатическое давление в подземных менее- и сильно-минерализованных водах, пробуривают группу наблюдательных пьезометрических скважин глубиной

2

до проникновения в сильноминерализованные воды и обустраивают их стальными перфорированными трубами. Для определения изменений степени минерализации в течение года кондуктометрическим методом и при помощи аппаратуры «КАЛЬМАР» проводят годовые циклические измерения на всю глубину с определённым шагом. Определяют зависимость между гидростатическим давлением и глубиной опреснения или отжатия подземных минерализованных вод по эмпирическому уравнению:

$$Y = a \cdot X + b,$$

где,

X – гидростатический уровень (м),

a, b – коэффициенты эмпирического уравнения,

Y – глубина опреснения,

и определяют положение гидронапорно-осмотической завесы между менее и сильноминерализованными водами.

Изобретение относится к области физики, а именно к процессам опреснения, отжатия и завес между подземными минерализованными водами разной плотности в основании гидротехнического сооружения.

Возрастание масштабов строительства гидротехнических сооружений приводит к необходимости освоения неблагоприятных в инженерно-геологическом отношении территорий, в т.ч. при наличии в разрезе растворимых пород, таких как известняки, гипс, ангидрид, каменная соль.

Возведение водоподпорных сооружений (плотин) и создание водохранилищ может привести к изменению гидродинамического и гидрогеохимического режима, появлению в массиве пресных вод, способных растворять породы. Возникают условия для изменения гидрогеохимического режима, развития или интенсификации карста. Интенсификация карста приводит к увеличению трещиноватости пород в основании плотины вследствие тектонической разгрузки пород и фильтрационных деформаций.

Безопасность эксплуатации плотин на растворимых породах во многом определяет обоснованный выбор мероприятий по защите пород от растворения, контроль за их работой, а также организацию наблюдений за развитием физико-химических процессов в основании плотины. Режимные гидродинамические и гидрогеохимические наблюдения позволяют проследить техногенные изменения в основании плотины. В результате проведенного поиска аналогов не выявлено.

Целью является определение глубины опреснения, отжатия подземных минерализованных вод и завес между водными растворами разной плотности в зависимости от величины гидростатического давления, необходимого для разработки инженерных управляемых устройств, для защиты от размыва оснований гидротехнических сооружений, содержащих пласты сильнорастворимых пород.

Сущность способа заключается в том, что на берегу реки с сезонным колебанием уровня воды, создающем гидростатическое давление в подземных менее- и сильноминерализованных водах, пробуривают группу наблюдательных пьезометрических скважин глубиной до проникновения в сильноминерализованные воды и обустривают их стальными перфорированными трубами. Для определения изменений степени минерализации в течение года кондуктометрическим методом и при помощи аппаратуры «КАЛЬМАР» проводят годовые циклические измерения на всю глубину с определённым шагом. Затем определяют зависимость между гидростатическим давлением и глубиной опреснения или отжатия подземных минерализованных вод по эмпирическому уравнению

$$Y = a \cdot X + b,$$

где:

X – гидростатический уровень (м),

a, b – коэффициенты эмпирического уравнения,

Y – глубина опреснения,

определяющему положение гидронапорно-осмотической завесы (границу) между менее и сильноминерализованными водами.

Заявленное техническое решение поясняется следующими графическими изображениями:

на Фиг. 1 приведен план расположения пьезометрических скважин на участке левого берега солевого пласта р. Вахш

на Фиг. 2 приведен график отжатия минерализованных вод в пьезометрической скважине П-29а

на Фиг. 3 приведен график опреснения минерализованных вод в пьезометрической скважине П-29а

на Фиг. 4 приведена схема распределения уровня минерализации подземных вод (масштаб 1:5000)

на Фиг. 5 приведен график изменения глубины опреснения минерализованных вод от гидростатического уровня

Данный способ был применен в Рогунской ГЭС Республики Таджикистан, план расположения пьезометрической сети в основании плотины приведен на Фиг. 1.

В 400-500 м от оси плотины Рогунской ГЭС в Республике Таджикистан, в верхнем бьефе под ее верховым клином, нижнемеловая толща подстилается согласно отложениям верхней юры, представленной пачкой аргиллитов мощностью около 20 м и солевым пластом, который непосредственно контактирует с Ионахшским разломом, пересекающим реку под углом около 30 градусов. Шов разлома простирается параллельно слоям пород нижнемеловой толщи и отложений верхней юры и падает в ту же сторону, в связи с чем пласт соли колеблется осредненно от 1 до 10-12 м, и на каждые 100 м глубины увеличивается на 15 м. Солевой пласт окружён высокоминерализованными водами полосой 150-200 м. Наполнение водохранилища может привести к изменению гидрогеохимического режима.

В результате исследования выявлено, что изменения степени минерализации подземных вод в пьезометрах до солевого пласта намного превышает изменения степени минерализации в пьезометрах за солевым пластом. Это означает, что солевой пласт является плотным водопорным элементом с коэффициентом фильтрации равной нулю и это способствует формированию гидростатического давления до пласта соли.

Графики изменения минерализации подземных вод в зависимости от изменения пьезометрического уровня на примере пьезометрической скважины П-29а за 2013 и 2014 гг. приведены на фиг. 2 и 3, где видно, что при отрицательном изменении гидравлического градиента происходит отжатие подземных минерализованных вод (Фиг. 2), а при положительном изменении гидравлического градиента происходит их опреснение (Фиг. 3).

Результаты показывают, что при понижении гидростатического давления (снижения уровня воды в реке Вахш) происходит гидратация молекул воды в ионном составе раствора минерализованных вод (отжатия минерализованных вод), а при повышении гидростатического давления (повышения уровня воды в реке Вахш) происходит дегидратация молекул

воды из ионного состава раствора минерализованных вод (опреснение минерализованных вод).

Суть установленного физического явления заключается в том, что при понижении уровня воды в реке Вахш Республики Таджикистан на величину $-\Delta h_{\text{воды}}$, гидростатическое давление $P_{\text{гст}}$ становится меньше осмотического давления $P_{\text{осм}}$ подземных минерализованных вод ($P_{\text{гст}} < P_{\text{осм}}$) и поток молекул воды направляется в сторону сильноминерализованных вод (прямой осмос – отжатие минерализованных вод), который приведёт к снижению концентрации сильноминерализованных вод, смещению расположения завесы на величину $+\Delta h_{\text{завесы}}$ и прекращению массопереноса молекул воды.

В случае повышения уровня воды в реке Вахш на величину $+\Delta h_{\text{воды}}$ гидростатическое давление $P_{\text{гст}}$ становится больше осмотического $P_{\text{осм}}$ подземных минерализованных вод ($P_{\text{гст}} > P_{\text{осм}}$) и поток молекул воды направляется в сторону менее минерализованных вод (обратный осмос – опреснения минерализованных вод), который приведёт к повышению концентрации сильноминерализованных вод, смещению расположения завесы на величину $-\Delta h_{\text{завесы}}$ и прекращению массопереноса молекул воды.

Соотношение гидростатического и осмотического давления и формирования завесы между ними можно описать в следующем виде:

$P_{\text{гст}} < P_{\text{осм}}$ - отжатие (гидратация, массоперенос молекул воды в сторону сильноминерализованных вод, снижение концентрации) подземных минерализованных вод,

$P_{\text{гст}} = P_{\text{осм}}$ - завеса между менее и сильноминерализованными водами (массоперенос молекул воды отсутствует),

$P_{\text{гст}} > P_{\text{осм}}$ - опреснение (дегидратация, массоперенос молекул воды в сторону менее минерализованных вод, повышение концентрации) подземных минерализованных вод.

Поскольку завеса появляется в результате равновесного соотношения между гидростатическим и осмотическим давлениями, то её можно назвать гидронапорно-осмотической завесой.

На Фиг. 4 приведено распределение уровня минерализации подземных вод (масштаб 1:5000) и показана чёткая граница между менее минерализованными и сильноминерализованными водами, имеющими горизонтальное положение и дальше, оно приобретает вертикальное расположение. Это означает, что гидронапорно-осмотическая завеса между менее минерализованными и сильноминерализованными водами может существовать в горизонтальном, вертикальном и наклонном положениях.

По результатам исследований, проведённых в 2013-2014 годах, с целью выявления физической з

висимости между опреснением подземных минерализованных вод и уровнем гидростатического давления (пьезометрического уровня) по характерным пьезометрам составлена таблица 1 и график изменения глубины опреснения подземных минерализованных вод от изменения уровня гидростатического давления (Фиг. 5).

На основании полученных результатов глубину опреснения определяют по эмпирическому уравнению

$$Y = a \cdot X + b,$$

где,

X – гидростатический уровень (м),

$a = 0,1772$ – коэффициент эмпирического уравнения,

$b = 2,8673$ – коэффициент эмпирического уравнения,

Y – глубина опреснения.

В ходе осуществления заявленного способа:

1. Установлено неизвестное ранее физическое явление опреснения и отжатия подземных минерализованных вод под воздействием гидростатического давления, заключающееся в том, что при повышении величины гидростатического давления над осмотическим давлением минерализованных вод происходит опреснение минерализованных вод, а при повышении осмотического давления над гидростатическим давлением, происходит отжатие минерализованных вод.

2. Установлено неизвестное ранее физическое явление возникновения гидронапорно-осмотической завесы между менее и сильноминерализованными водами, заключающееся в том, что при достижении равновесного состояния между гидростатическим и осмотическим давлением, между ними появляется гидронапорно-осмотическая завеса и массоперенос молекул воды в обе стороны прекращается.

3. Выявлена закономерность изменения глубины опреснения или же отжатия подземных минерализованных вод от величины гидростатического давления.

4. Выведено эмпирическое уравнение изменения глубины опреснения подземных минерализованных вод от величины гидростатического давления.

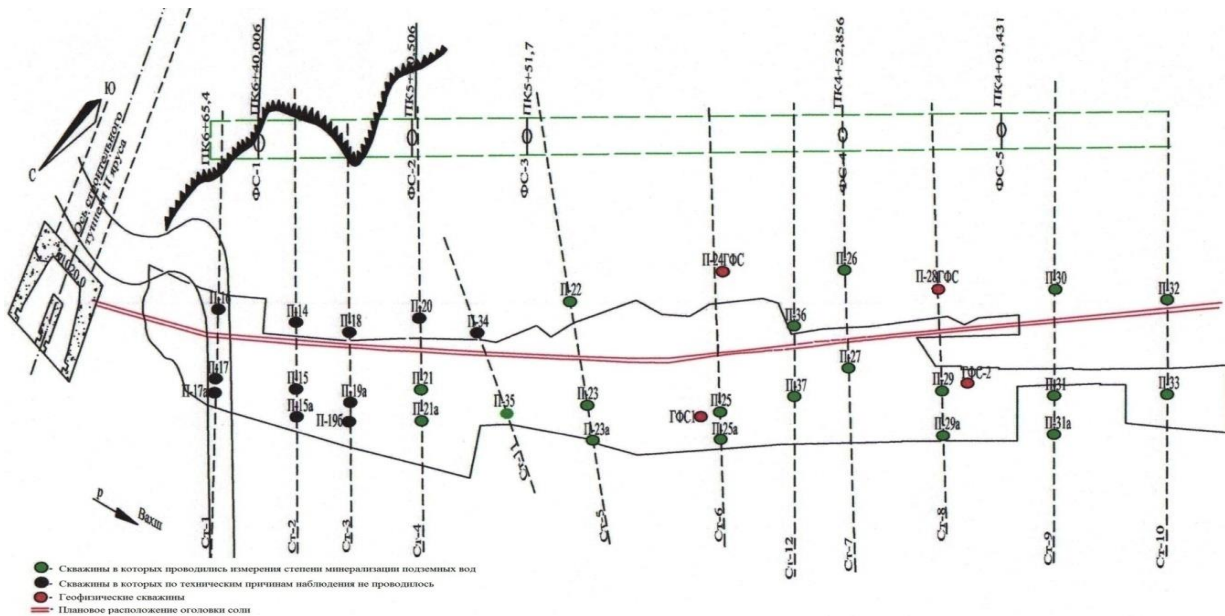
Таким образом, предложенный способ позволяет определить:

глубину опреснения подземных минерализованных вод в зависимости от повышения уровня гидростатического давления;

глубину отжатия подземных минерализованных вод в зависимости от понижения уровня гидростатического давления;

положение гидронапорно-осмотической завесы между менее и сильноминерализованными подземными водами.

**СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛУБИНЫ ОПРЕСНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ
МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОД И ЗАВЕС МЕЖДУ ВОДНЫМИ РАСТВО-
РАМИ РАЗНОЙ ПЛОТНОСТИ**

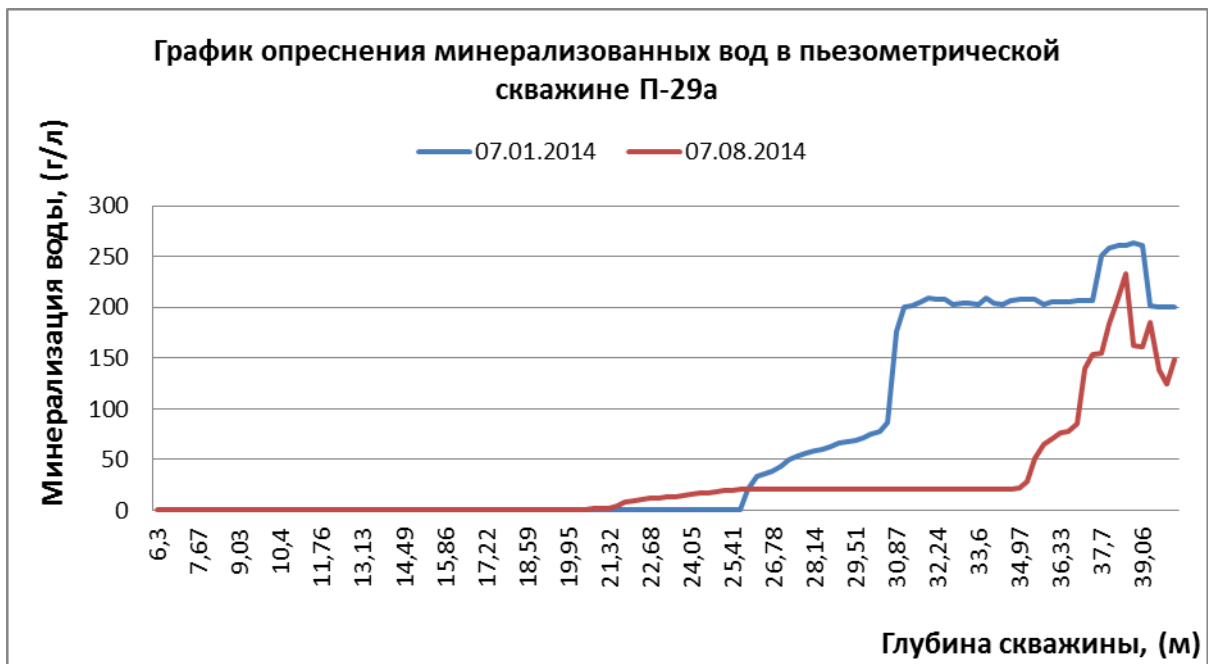


ФИГ. 1

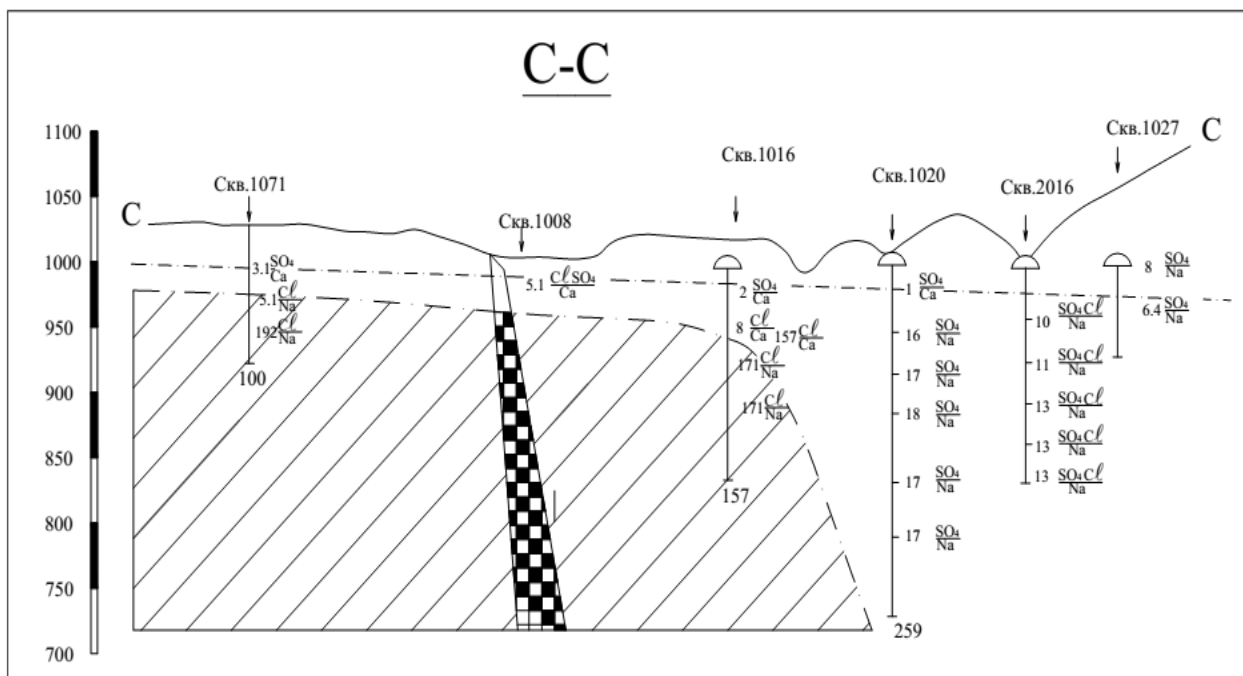


Фиг. 2

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛУБИНЫ ОПРЕСНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОД И ЗАВЕС МЕЖДУ ВОДНЫМИ РАСТВОРАМИ РАЗНОЙ ПЛОТНОСТИ

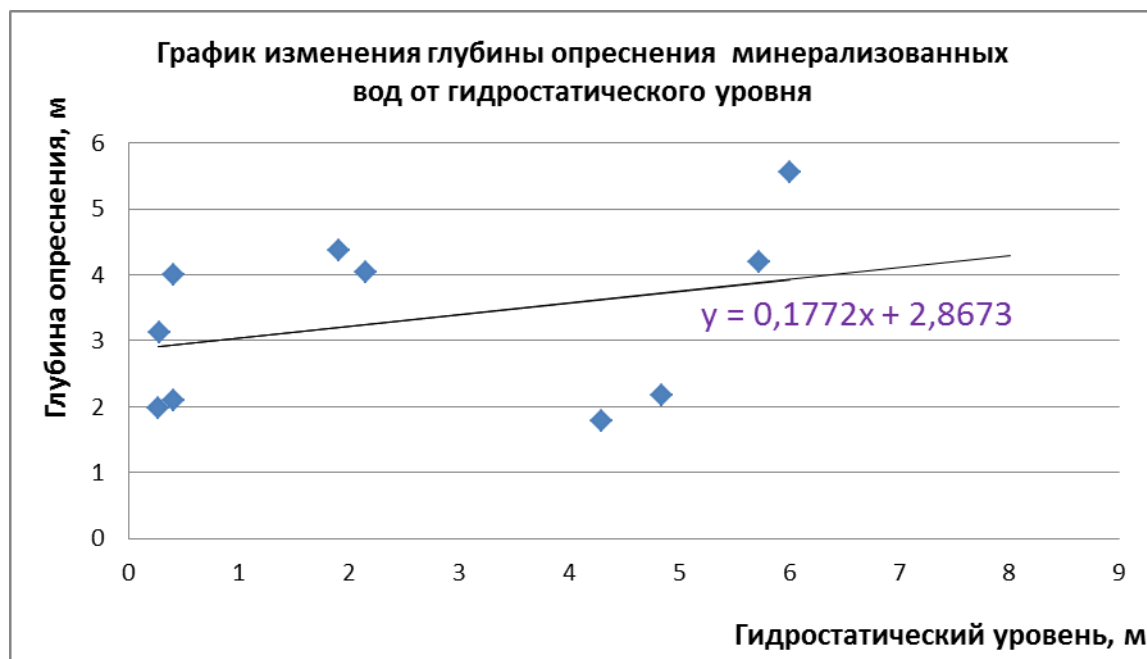


Фиг. 3.



Фиг. 4

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛУБИНЫ ОПРЕСНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОД И ЗАВЕС МЕЖДУ ВОДНЫМИ РАСТВОРАМИ РАЗНОЙ ПЛОТНОСТИ



Фиг. 5

Таблица 1

Изменение гидростатического уровня и глубины опреснения минерализованных вод в пьезометрических скважинах

№ пьезометра	Гидростатический уровень, $\Delta h_{ст}$, м	Глубина опреснения, $\Delta h_{опрес}$, м	№ пьезометра	Гидростатический уровень, $\Delta h_{ст}$, м	Глубина опреснения, $\Delta h_{опрес}$, м
П-29 ^а (05.08.2013-09.12.2013)	5,73	4,2	П-33 (16.03.2015-16.08.2015)	4,84	2,18
П-29 ^а (07.01.2014-07.08.2014)	6,01	5,56	П-27 (21.11.2011-27.12.2011)	0,28	3,12
П-29 ^а (07.08.2014-08.12.2014)	1,91	4,37	П-29 (21.11.2011-28.12.2011)	0,26	1,98
П-29 ^а (14.01.2015-15.04.2015)	2,15	4,04	П-29 ^а (19.11.2011-28.12.2011)	0,4	4,0
П-31 (07.06.2013-05.08.2013)	4,3	1,78	П-31 ^а (19.11.2011-28.12.2011)	0,4	2,1

Формула изобретения

Способ определения глубины опреснения подземных минерализованных вод и завес между водными растворами разной плотности, заключающийся в том, что на берегу реки с сезонным колебанием уровня воды, создающим гидростатическое давление в подземных менее- и сильноминерализованных водах, пробуривают группу наблюдательных пьезометрических скважин глубиной до проникновения в сильноминерализованные воды и обустраивают их стальными перфорированными трубами, для определения изменений степени минерализации в течение года кондуктометрическим методом и при помощи аппаратуры «КАЛЬМАР» проводят годовые цикли-

ческие измерения на всю глубину с определённым шагом, определяют зависимость между гидростатическим давлением и глубиной опреснения или отжатия подземных минерализованных вод по эмпирическому уравнению:

$$Y = a \cdot X + b,$$

где,

X – гидростатический уровень (м),

a, b – коэффициенты эмпирического уравнения,

Y – глубина опреснения,

и определяют положение гидронапорно-осмотической завесы между менее и сильноминерализованными водами.

Компьютерный набор: Ганиев А..

Заказ

Тираж

Подписное

Национальный патентно-информационный центр РТ 734042, г. Душанбе, ул. Айни, 14а