



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2003130387/03, 14.10.2003

(24) Дата начала действия патента: 14.10.2003

(45) Опубликовано: 20.01.2005 Бюл. № 2

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: АБРАМОВ С.К. и др. Гидрогеология. Инженерная геология. Том 3. Москва, 1974, с.15-16, рис. 56. SU 1221296 A, 30.03.1986. SU 734333 A, 18.05.1980. SU 1173810 A, 10.12.1983. Рекомендации по проектированию и эксплуатации систем искусственного пополнения запасов подземных вод (ИППВ), Москва, 1976, с.12-15.

Адрес для переписки:

690014, г.Владивосток, а/я 14-00, ФГУП
ДальНИИГиМ

(72) Автор(ы):

Головин В.Л. (RU),
Голованов Б.Е. (RU)

(73) Патентообладатель(ли):

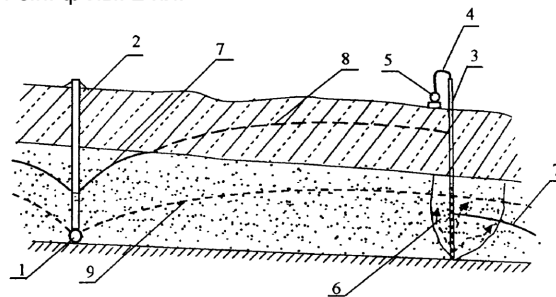
Федеральное государственное унитарное
предприятие "Дальневосточный
научно-исследовательский институт
гидротехники и мелиорации" (ФГУП
ДальНИИГиМ) (RU)

(54) СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

(57) Реферат:

Изобретение относится к водоснабжению. Техническим результатом является обеспечение возможности управления гидрогеологическим режимом при надежном водоотборе в требуемом объеме на протяжении всего периода эксплуатации. Способ регулирования запасов подземных вод заключается в создании водонепроницаемого барража в поперечном створе долины реки, частично или полностью по мощности и ширине перекрывающего водоносный горизонт, в обеспечении сокращения подземного стока за пределы барража, накоплении подземных вод в подземном водохранилище в многоводные периоды года и расходовании их в маловодные периоды. В пределах зоны влияния водозабора устанавливают воздухонагнетательные устройства, периодически нагнетают в них воздух, обеспечивая образование водонепроницаемого барража и подземного водохранилища в верхнем бьефе

барража, по мере снижения уровней подземных вод на участке подземного водохранилища подачу воздуха в воздухонагнетающие устройства возобновляют. При накоплении подземного стока в безнапорном водоносном горизонте в холодный период года в створе расположения воздухонагнетательных устройств проходят траншею, удаляют растительный слой и снежный покров, увеличивают глубину промерзания грунтов. 1 з.п. ф-лы. 2 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 2003130387/03, 14.10.2003

(24) Effective date for property rights: 14.10.2003

(45) Date of publication: 20.01.2005 Bull. 2

Mail address:

690014, g.Vladivostok, a/ja 14-00, FGUP Dal'NIIGiM

(72) Inventor(s):

Golovin V.L. (RU),

Golovanov B.E. (RU)

(73) Proprietor(s):

Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe predpriatie
"Dal'nevostochnyj nauchno-issledovatel'skij
institut gidrotekhniki i melioratsii" (FGUP
Dal'NIIGiM) (RU)

(54) UNDERGROUND WATER RESERVE REGULATING METHOD

(57) Abstract:

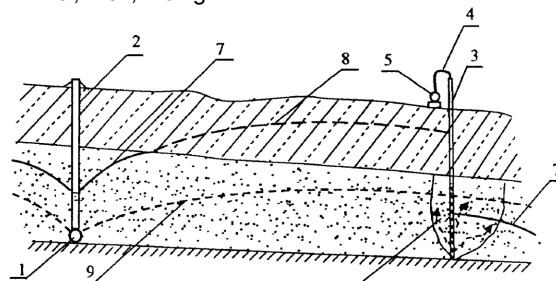
FIELD: water supply systems.

SUBSTANCE: method involves creating water-impermeable barrage in transversal river station partly or fully closing water-bearing horizon along thickness and width thereof; reducing underground outflow outside barrage; accumulating underground water in underground water-storage pool in high-water period of year and consuming water in low-water period; arranging air pumping devices within water off-take influence area; performing periodic air pumping into above devices to create water-impermeable barrage and underground water-storage pool in upper barrage pond and repeating air pumping into above devices as underground water level falls. When underground water accumulates in unconfined water-bearing horizon in cold year period trench is excavated in

area of air pumping devices location, vegetation and blanket of snow are removed to increase ground frost zone.

EFFECT: possibility to control hydrogeological regime, increased reliability of water supply in required amount during all working period.

2 cl, 2 ex, 2 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к водоснабжению и может использоваться при регулировании подземного стока водоносных горизонтов, приуроченных к долинам рек, для повышения надежности водоотбора или его увеличения.

Известен способ пополнения подземных вод (а.с. СССР №1094921, МКИ 5 Е 03 В 3/32, опубл. 30.05.84, бюл. №20) созданием подпора уровней воды в водотоке, питающем эксплуатируемый водоносный горизонт, с помощью водоподъемной плотины, установленной в створе ниже водозабора по течению, которая создается при наступлении отрицательных температур воздуха путем искусственного образования наледи в водотоке и промерзания прирусловых отложений, причем участок русла выполаживают, расширяют и устанавливают на нем теплообменник, соединенный с атмосферой. За счет повышения интенсификации инфильтрационного питания водоносного горизонта из русла реки удается обеспечить достаточную надежность водоотбора или увеличить дебит водозабора в холодный период года.

Недостатком известного технического решения является снижение эффективности за счет увеличения непроизводительных потерь подземного стока с участка регулирования запасов подземных вод.

Известен способ пополнения подземных вод (Патент по а.с. СССР №1638274, МКИ 5 Е 03 В 3/32, опубл. 30.03.91, бюл. №12, изм. в Гос. реестре 20.04.92) созданием подпора уровней воды в водотоке, питающем эксплуатируемый водоносный горизонт, с помощью водоподъемной плотины, установленной в створе ниже водозабора по течению, которая создается при наступлении отрицательных температур воздуха путем искусственного образования наледи в водотоке и промерзания прирусловых отложений, причем участок русла выполаживают, расширяют и устанавливают на нем теплообменник, соединенный с атмосферой. Для регулирования процесса формирования наледной плотины определяют эксплуатационный уровень воды в реке, необходимый для поддержания требуемого дебита водозабора в период отрицательных температур воздуха, регулируют поступление воздуха в теплообменник при поднятии уровня воды в реке выше эксплуатационного и возобновление поступления воздуха - при уровне ниже эксплуатационного.

Недостатком известного технического решения является снижение эффективности за счет увеличения непроизводительных потерь подземного стока с участка регулирования запасов подземных вод.

Известен способ периодического увеличения водоотбора из напорных водоносных горизонтов (Патент по а.с. СССР №1638274, МКИ 5 Е 03 В 3/32, опубл. 30.03.91, бюл. №12, изм. в Гос. реестре 21.04.92), заключающийся в бурении дополнительных скважин на участке за пределами границы влияния скважин основного водозабора и повышении давления в водоносном горизонте нагнетанием воздуха в дополнительные скважины с одновременным водоотбором из скважин основного водозабора. Известный способ наиболее эффективен при отсутствии источников искусственного пополнения запасов подземных вод, например, при отсутствии стока в реке в маловодные периоды года. При этом увеличение эксплуатационных запасов подземных вод обеспечивается привлечением дополнительных ресурсов со смежных участков водоносного горизонта за счет вытеснения воды из водосодержащих пород воздухом, нагнетаемым под давлением через скважины, расположенные в поперечном створе потока подземных вод.

Недостатком известного способа является снижение эффективности при условиях, когда величина оттока подземных вод за пределы зоны влияния водозабора превышает дефицит водоотбора из водоносного горизонта и затраты на обеспечение перетока подземных вод с нижерасположенного по потоку подземных вод смежного участка существенно превышают расходы на строительство подземного водохранилища с регулированием подземного стока, например, посредством устройства барража из слабопроницаемых грунтов в поперечном створе долины реки в пределах зоны влияния водозабора.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому эффекту является способ регулирования запасов подземных вод, заключающийся в создании водонепроницаемого барража в поперечном створе долины реки, частично или полностью по мощности и

ширине перекрывающего водоносный горизонт, в обеспечении сокращения подземного стока за пределы барража, накоплении подземных вод в подземном водохранилище в многоводные периоды года и расходовании их в маловодные периоды (Гидрогеология. Инженерная геология // Итоги науки и техники. - М.:ВИНИТИ, 1974, т.3, с.15-16, рис.5б).

5 Использование известного способа целесообразно при относительно неглубоком залегании подстилающих водоупорных пород (до 10 м), когда затраты на строительство барража невелики и при отсутствии барража общий объем оттока подземных вод превышает дефицит водоотбора.

Недостатком известного технического решения является снижение эффективности применения способа за счет высоких затрат на общестроительные работы, связанные с устройством искусственной завесы (барража) из слабопроницаемых грунтов в поперечном створе потока подземных вод при невозможности регулирования интенсивности оттока подземных вод за пределы барража, что может определять неблагоприятные условия подтопления инженерных сооружений и пойменных земель в зоне водохранилища при их сельскохозяйственном использовании.

Задачей изобретения является создание нового способа регулирования запасов подземных вод, обеспечивающего возможность управления гидрогеологическим режимом, в частности, режимом уровней в зоне подземного водохранилища при надежном водоотборе в требуемом объеме на протяжении всего периода эксплуатации, в том числе и в маловодные периоды года и при исключении подтопления инженерных сооружений и земель при их сельскохозяйственном использовании.

Указанная задача решается следующим образом.

В известном способе регулирования запасов подземных вод, заключающемся в создании водонепроницаемого барража в поперечном створе долины реки, частично или полностью по мощности и ширине перекрывающего водоносный горизонт, в обеспечении сокращения подземного стока за пределы барража, накоплении подземных вод в подземном водохранилище в многоводные периоды года и расходовании их в маловодные периоды, в пределах зоны влияния водозабора устанавливают воздухонагнетательные устройства, периодически нагнетают в них воздух, обеспечивая образование водонепроницаемого барража и подземного водохранилища в верхнем бьефе барража, по мере снижения уровней подземных вод на участке подземного водохранилища подачу воздуха в воздухонагнетающие устройства возобновляют. При накоплении подземного стока в безнапорном водоносном горизонте в холодный период года в створе расположения воздухонагнетательных устройств проходят траншею, удаляют растительный слой и снежный покров, увеличивают глубину промерзания грунтов.

Отличительными от прототипа признаками являются:

- в пределах зоны влияния водозабора устанавливают воздухонагнетательные устройства;
- периодически нагнетают в них воздух, обеспечивая образование водонепроницаемого барража и подземного водохранилища в верхнем бьефе барража;
- по мере снижения уровней подземных вод на участке подземного водохранилища подачу воздуха в воздухонагнетательные устройства возобновляют;
- при накоплении подземного стока в безнапорном водоносном горизонте в холодный период года в створе расположения воздухонагнетательных устройств проходят траншею, удаляют растительный слой и снежный покров, увеличивают глубину промерзания грунтов в этом створе.

В пределах зоны влияния водозабора устанавливают воздухонагнетательные устройства, представляющие собой, например, скважины, которые при нагнетании в них воздуха, например, с помощью воздуходувки обеспечивают его распределение в порах грунта водоносного горизонта в поперечном его створе - створе расположения ряда воздухонагнетательных скважин, при этом вода в этих порах замещается воздухом за счет чего образуется водонепроницаемая завеса - воздушный барраж.

Периодически нагнетают в них воздух, обеспечивая образование водонепроницаемого

барража и подземного водохранилища в верхнем бьефе барража, что позволяет регулировать водопроницаемость грунтов водоносного горизонта в створе барража и в зависимости от уровней подземных вод на площади подземного водохранилища и обеспеченности требуемого водоотбора увеличивают или уменьшают (до полного прекращения) интенсивность подачи воздуха в воздухонагнетательные устройства.

По мере снижения уровней подземных вод на участке подземного водохранилища подачу воздуха в воздухонагнетательные устройства возобновляют, что позволяет постоянно поддерживать оптимальный уровеньный режим в верхнем бьефе барража, обеспечивая требуемый водоотбор и исключая подтопление инженерных сооружений и земель при их сельскохозяйственном использовании.

При накоплении подземного стока в безнапорном водоносном горизонте в холодный период года в створе расположения воздухонагнетательных устройств проходят траншею, удаляют растительный слой и снежный покров, увеличивают глубину промерзания грунтов, что позволяет обеспечивать смыкание воздушного барража с непроницаемой границей промерзания и сократить интенсивность подачи воздуха в зимний период.

Таким образом, обеспечивается причинно-следственная связь совокупности отличительных признаков заявляемого изобретения и достигаемого технического результата: регулирование гидрогеологического режима подземных вод в зоне подземного водохранилища, в частности, за счет снижения или увеличения величины оттока подземных вод из водохранилища, предотвращая подтопление инженерных сооружений и земель при их сельскохозяйственном использовании, накопление подземных вод в многоводные периоды года и расходование в маловодные периоды.

Пример промышленной применимости изобретения.

На фиг.1 изображен продольный разрез участка подземного водохранилища в водоносном горизонте, перекрытом слабопроницаемыми отложениями (вариант 1). На фиг.2 изображен продольный разрез участка подземного водохранилища в открытом безнапорном водоносном горизонте при сезонном промерзании грунтов (вариант 2).

На участке подземного водохранилища располагается водозабор подземных вод с водозахватными устройствами, например, в виде горизонтальной дрены 1, имеющей смотровые колодцы 2. В поперечном створе долины реки ниже по потоку подземных вод в зоне влияния водозабора устанавливают воздухонагнетательные устройства, например, ряд скважин 3, объединенных воздуховодом 4, подсоединенным к компрессору 5. При нагнетании воздуха в скважины 3 в поперечном створе образуется воздушный барраж 6, способствующий сокращению оттока подземных вод за пределы водохранилища и подъему уровней воды на участке регулирования стока, характеризующемуся положением депрессионной кривой 7. Причем на участке с давлением, превышающим отметки нижней поверхности непроницаемой кровли (границы промерзания или слоя покровных отложений), устанавливается пьезометрическая поверхность 8 подземных вод. Без создания воздушного барража 6 депрессионная поверхность занимает положение 9. В безнапорном водоносном горизонте в створе установки воздухонагнетательных устройств 3 проходят траншею 10 и в зимний период граница сезонного промерзания грунтов занимает положение 11. Стрелками условно показано движение воздуха, нагнетаемого в водоносный горизонт.

Пример 1. В аллювиальном водоносном горизонте, перекрытом слоем слабопроницаемых отложений (фиг.1), при работе водозабора, выполненного, например, в виде горизонтальной дрены 1, имеющей смотровые колодцы 2, в маловодные периоды года из-за существенного уменьшения инфильтрационного питания этого горизонта из реки, активного оттока подземных вод за пределы зоны влияния водозабора и сработки запасов уровни подземных вод понижаются до недопустимых пределов, и депрессионная поверхность занимает положение 9. Это обуславливает возникновение дефицита водоотбора (разности между требуемым и обеспеченным дебитом водозабора) из эксплуатируемого водоносного горизонта и для сокращения величины оттока подземных вод в поперечном створе долины реки ниже участка расположения водозабора 1

устанавливают воздухонагнетательные (воздухопоглощающие) устройства - скважины 3. Воздухонагнетательные скважины 3 объединяют общим воздухопроводом 4, подсоединенным к воздуходувке 5, которая обеспечивает подачу воздуха, поступающего через фильтры скважин 3 в водоносный горизонт под давлением, незначительно превышающим давление воды в нем. При этом воздух вытесняет воду, частично или полностью заполняя поры прифильтровой зоны, которая становится непроницаемой для воды. Воздухонагнетательные скважины 3 располагают друг от друга на расстоянии, обеспечивающем относительно равномерное распределение воздуха в поперечном створе - смыкание непроницаемых зон, что позволяет образовывать воздушный барраж 6. В результате образования воздушного барража 6 в верхнем его бьефе образуется подпор подземных вод за счет превышения приходной части баланса подземных вод на регулируемом участке над расходной в многоводный период года. Таким образом, в подземном водохранилище, образованном в водоносном горизонте с помощью воздушного барража 6, происходит накопление подземного стока и депрессионная поверхность подземных вод занимает положение 7, а на участке, где отметки уровня располагаются выше подошвы покровных отложений, устанавливается пьезометрическая поверхность 8. После повышения уровней подземных вод до отметок, обеспечивающих требуемый водоотбор, подачу воздуха в воздухонагнетательные скважины 3 прекращают или снижают расход воздуха. Для поддержания относительно стабильного положения уровней подземных вод в водохранилище производят наблюдения за гидрогеологическим режимом и при угрозе подтопления на участке подземного водохранилища - превышения установившихся уровней выше требуемых подачу воздуха в скважины 3 прекращают, что обеспечивает увеличение оттока подземных вод из водохранилища. При снижении уровней до допустимых пределов подачу воздуха возобновляют и таким образом, регулируя величину оттока подземных вод, поддерживают оптимальные условия водоотбора из подземного водохранилища.

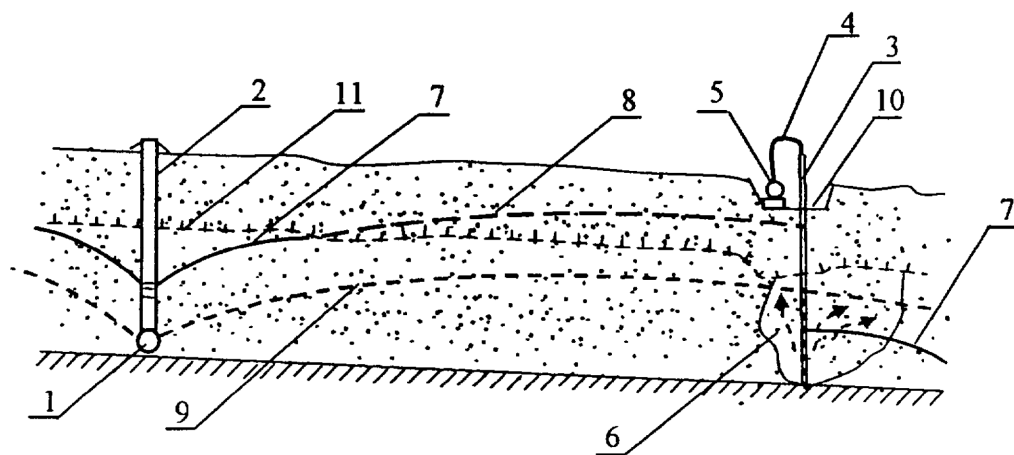
Пример 2. В аллювиальном водоносном горизонте, зона аэрации которого непосредственно сообщена с атмосферой (фиг.2), создание воздушного барража возможно только в зимний период при промерзании верхнего слоя грунтов. Причем в створе расположения воздушного барража 6 должно обеспечиваться частичное промерзание водонасыщенных грунтов, поскольку только в этом случае они способны выдерживать повышенное давление воздуха и препятствовать его быстрому выходу из области нагнетания. Для обеспечения этого условия в поперечном створе долины реки на участке создания барража 6 разрабатывают мелкую траншею 10 с удалением растительного слоя и периодической расчисткой ее от снега, что позволит увеличить в этой зоне сезонное промерзание на большую глубину и граница промерзания при этом занимает положение 11. В этом же створе ниже участка расположения водозабора 1 устанавливают воздухонагнетательные скважины 3. Воздухонагнетательные скважины 3 также объединяют общим воздухопроводом 4, подсоединенным к воздуходувке 5. При общем понижении уровней подземных вод после образования зоны промерзания грунтов обеспечивают подачу воздуха, поступающего через фильтры скважин 3 в водоносный горизонт под давлением, незначительно превышающим давление воды в нем. В результате образования воздушного барража 6 в верхнем его бьефе образуется подпор подземных вод за счет сокращения оттока подземных вод на регулируемом участке. В подземном водохранилище, образованном с помощью воздушного барража 6, происходит накопление подземного стока и депрессионная поверхность подземных вод занимает положение 7, а на участке, где отметки уровня располагаются выше границы сезонного промерзания, устанавливается пьезометрическая поверхность 8. После повышения уровней подземных вод до отметок, обеспечивающих требуемый водоотбор, подачу воздуха в воздухонагнетательные скважины 3 прекращают или снижают расход воздуха. При угрозе подтопления на участке подземного водохранилища подачу воздуха в скважины 3 прекращают, что обеспечивает увеличение оттока подземных вод из водохранилища. При снижении уровней до допустимых пределов подачу воздуха возобновляют.

Таким образом, при необеспеченности водоотбора из водоносного горизонта в маловодные периоды года возникает необходимость сезонного регулирования подземного стока посредством создания подземного водохранилища. В этом случае увеличение эксплуатационных запасов подземных вод месторождения и возможность соответствующего увеличения водоотбора достигается за счет сокращения величины оттока подземных вод с эксплуатируемого участка по водоносному слою и снижения расходной части баланса создаваемого водохранилища. Подземное водохранилище с сезонным регулированием целесообразно создавать в аллювиальных водоносных горизонтах с целью надежного обеспечения требуемого водоотбора в маловодные периоды года, в частности, в зимний период, в том числе и долинах временно действующих водотоков - периодически перемерзающих или пересыхающих. Основным требованием к условиям создания водохранилища с помощью воздушного барража 6 является обеспечение сокращения расходов воздуха от воздуходувной станции 5. В связи с этим водоносный горизонт, в котором создается такое водохранилище, должен быть закрытым - не иметь непосредственного сообщения с атмосферой или перекрываться непроницаемой кровлей при сезонном промерзании грунтов в холодный период года. Давление воздуха при его нагнетании в устройства 3 должно быть несколько выше напора подземных вод в створе создания воздушного барража 6 - превышения уровня воды над водоупором. При этом производительность водозабора 1 может быть увеличена в соответствии с гидрогеологическими условиями водоносного пласта, в частности, в соответствии с мощностью зоны аэрации, которая и определяет потенциальные возможности накопления подземных вод в этом пласте. Пределы возможного увеличения производительности водозабора 1, работающего в подземном водохранилище, определяются гидрогеологическим обоснованием. Продолжительность нагнетания воздуха в водоносный пласт может соответствовать продолжительности периода с неблагоприятными условиями естественного восполнения эксплуатируемого водоносного горизонта, например, продолжительности зимнего периода, когда интенсивность инфильтрации воды из реки максимально снижается. Возможность управлять интенсивностью закачки воздуха в нагнетательные скважины 3, увеличивая или уменьшая проницаемость воздушного барража 6, позволяет управлять гидрогеологическим режимом подземных вод на участке подземного водохранилища, что особенно важно в пластах относительно небольшой мощности. Такая возможность не обеспечивается ни одним известным техническим решением.

Формула изобретения

1. Способ регулирования запасов подземных вод, заключающийся в создании водонепроницаемого барража в поперечном створе долины реки, частично или полностью по мощности и ширине перекрывающего водоносный горизонт, в обеспечении сокращения подземного стока за пределы барража, накоплении подземных вод в подземном водохранилище в многоводные периоды года и расходовании их в маловодные периоды, отличающийся тем, что в пределах зоны влияния водозабора устанавливают воздухонагнетательные устройства, периодически нагнетают в них воздух, обеспечивая образование водонепроницаемого барража и подземного водохранилища в верхнем бьефе барража, по мере снижения уровней подземных вод на участке подземного водохранилища подачу воздуха в воздухонагнетающие устройства возобновляют.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что при накоплении подземного стока в безнапорном водоносном горизонте в холодный период года в створе расположения воздухонагнетательных устройств проходят траншею, удаляют растительный слой и снежный покров, увеличивают глубину промерзания грунтов.



Фиг. 2