

9. Kalinin A. G., Nikitin B. A., Sokolov K. M., Povalikhin A. S. *Profili napravlennykh skvazhin i komponovka niza burilnykh kolonn* [Profiles directional wells and bottomhole columns], Moscow, Nedra Publ., 1995. 303 p.
10. Kalinkin A. G., Grigoryan N. A., Sultanov B. Z. *Burenie naklonnykh skvazhin* [Drilling directional wells], Moscow, Nedra Publ., 1990. 348 p.
11. Saushin A. Z., Zhuravlev G. I., Lyamina N. F. *Elementy ekspluatatsii gorizontalnykh skvazhin pri razrabotke neftyanykh mestorozhdeniy* [Elements of exploitation horizontal wells in oil reservoirs], Astrakhan, 2010. 84 p.
12. Khuzina L. B., Shaykhutdinova A. F. O rezultatakh eksperimentalnykh i teoreticheskikh issledovaniy komponovki so skvazhinnyim ostsillyatorom [Experimental and theoretical studies of the link with the downhole oscillator]. *Uchenye zapiski Almetevskogo gosudarstvennogo neftyanogo instituta* [Proceedings of the Almetevsk State Oil Institute], 2016, vol. XV, pp. 14–19.
13. Khuzina L. B., Shaykhutdinova A. F. Primenenie novykh elementov v KNBK pri burenii naklonno-napravlennykh skvazhin [Application of new elements in the BHA when drilling directional wells]. *Materialy nauchnoy sessii uchenykh Almetevskogo gosudarstvennogo neftyanogo instituta* [Proceedings of the Scientists Scientific Session of Almetevsk State Oil Institute], 2013, vol. 1, no. 1, pp. 69–72.
14. Khuzina L. B., Shaikhutdinova A. F., Fatkullin R. Kh., Muhutdinov A. A., Telyasheva E. A. Patent 26748 Russian Federation. The layout of the bottom hole Assembly with enhanced dynamic load on the bit. No. 2012146106/03, announced 29.10.2012, published 10.04.2013, bulletin no. 10.
15. Shaykhutdinova A. F., Khuzina L. B. Rezultaty promyslovykh ispytaniy komponovki niza burilnoy kolonny s dolotom PDC [Results of field tests of bottom of the drill string with a PDC bit]. *Materialy nauchnoy sessii uchenykh Almetevskogo gosudarstvennogo neftyanogo instituta* [Proceedings of the Scientists Scientific Session of Almetevsk State Oil Institute], 2015, vol. 1, no. 1, pp. 79–83.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПОЛНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Белякова Юлия Викторовна, кандидат географических наук, доцент, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: yulechka.belyakova.1977@mail.ru

Соловьева Алевтина Васильевна, старший преподаватель, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: sav49@inbox.ru

Дымова Татьяна Владимировна, кандидат педагогических наук, доцент, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: tdimova60@mail.ru

Актуальность искусственного восполнения подземных вод связана с бурным ростом водопотребления, вызванного научно-технической революцией, а также прогрессирующим загрязнением поверхностных источников бытовыми промышленными сточными водами. Все это в свою очередь привело к резкой интенсификации отбора подземных вод и в ряде районов к истощению водоносных горизонтов (Крым, район Москвы и другие): отбор подземных вод на морских побережьях вызывает вторжение соленых морских вод в водоносные горизонты, снижение динамических уровней ухудшает экономические условия эксплуатации подземных вод и т.д. Искусственное восполнение запасов подземных вод позволяет увеличить производительность действующих водозаборов, создать их принципиально новые типовые компоновки, обеспечивающие значительное сокращение площадей отчужденных сельскохозяйственных земель, а также принимать рациональные решения при проектировании зон санитарной охраны водозаборов.

Ключевые слова: подземные воды, запасы подземных вод, сточные воды, загрязнение, водозабор

ECOLOGICAL METHODS OF ARTIFICIAL COMPLETION OF UNDERGROUND WATERS

Belyakova Yulia V., C.Sc. in Geography, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: yulechka.belyakova.1977@mail.ru

Solovyova Alevtina V., Senior Lecturer, Astrakhan State University, 1 Shaumyan Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: sav49@inbox.ru

Dymova Tatyana V., C.Sc. in Pedagogy, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: tdimova60@mail.ru

The relevance of artificial completion of underground waters is connected with rapid growth of the water consumption caused by scientifically technical revolution and also the progressing pollution of superficial sources household industrial sewage that has in turn led to a sharp intensification of selection of underground waters, and in a number of areas to exhaustion of the water-bearing horizons (The Crimea, the district of Moscow and others): selection of underground waters on the sea coasts causes invasion of salty sea waters into the water-bearing horizons, decrease in dynamic levels worsens economic service conditions of underground waters, etc. Artificial completion of reserves of underground waters allows increasing productivity of the operating water intakes, to create their essentially new standard configurations providing considerable reduction of the areas of aloof farmlands and also to make rational decisions at design of zones of sanitary protection of water intakes.

Keywords: underground waters, reserves of underground waters, sewage, pollution, water intake

Метод искусственного восполнения подземных вод позволяет решить ряд важных технических задач в области хозяйственно-питьевого водоснабжения, ирригации, обводнения пастбищ, защиты водоносных горизонтов от загрязнения и засоления и т.д. Кроме увеличения запасов намечаемого к эксплуатации водоносного горизонта за счет вод поверхностных источников или другого водоносного горизонта, метод искусственного восполнения подземных вод дает возможность увеличить производительность действующих водозаборов подземных вод, а также улучшить качество как поверхностных вод, так и вод эксплуатационного горизонта. В районах с засушливым климатом метод искусственного восполнения подземных вод обеспечивает создание подземных водохранилищ, защищенных от испарения [1].

В статье приведены наиболее удачные и рациональные способы и методы искусственного восполнения запасов подземных вод с экологической точки зрения.

Способ интенсификации восполнения подземных вод. Данный способ заключается в увеличении разности давлений в закрытом водоносном горизонте и на контуре питания, отличающийся тем, что, с целью повышения эффективности восполнения запасов подземных вод, в закрытом водоносном горизонте в осушаемой зоне над депрессионной поверхностью подземных вод поддерживают давление, равное атмосферному [2].

Изобретение относится к водоснабжению и может быть использовано для интенсификации восполнения емкостных запасов подземных вод в закрытых водоносных горизонтах. Цель изобретения – повышение эффективности восполнения запасов подземных вод.

На чертеже представлена схема восполнения подземных вод, реализующая предлагаемый способ (рис. 1).

Схема восполнения подземных вод состоит из осушаемой зоны 1, закрытого водоносного горизонта 2, перекрываемого непроницаемой кровлей 3, отверстия (решетки) 4 в шахте смотрового колодца 5, горизонтального водозабора 6, уровня 7 воды в реке (контура питания) в маловодный период, депрессионной поверхности 8, проницаемого участка в русле реки 9, уровня 10 воды в реке в многоводный период, вентиляционной трубы II, инфильтрационного сооружения (бассейна) 12, уровня 13 подземных вод при восполнении водоносного горизонта, уровня 14 подземных вод при наличии в осушаемой зоне давления, превышающего атмосферное.

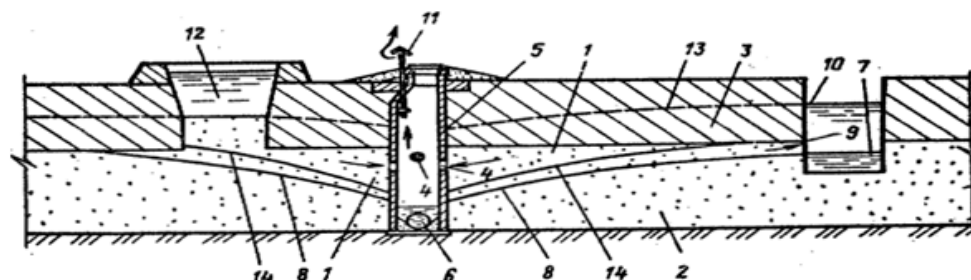


Рис. 1. Схема восполнения подземных вод

Способ интенсификации восполнения подземных вод осуществляется следующим образом [5].

В осушаемой зоне 1 водоносного горизонта 2, перекрытого непроницаемой кровлей 3, например, глинистыми грунтами или слоем сезонной мерзлоты, устанавливают устройства, обеспечивающие возможность сообщения этой зоны с атмосферой, например, отверстия с поддерживающей решеткой 4 в шахте смотрового колодца 5 горизонтального водозабора 6. При эксплуатации водозабора 6 в маловодный период при уровне 7 воды в реке над депрессионной поверхностью 8 подземных вод устанавливают атмосферное давление путем контакта осушаемой зоны 1 с атмосферой посредством отверстий 4 и хорошо проницаемого участка в русле реки 9.

При повышении уровня воды в реке обеспечивается соответствующий подъем депрессионной поверхности подземных вод, и воздух беспрепятственно вытесняется из осушаемой зоны 1 водоносного горизонта 2 через указанные зоны контакта, а при повышении уровня 10 воды в реке выше отметки подошвы непроницаемой кровли, воздух вытесняется только через отверстия 4 и далее через вентиляционную трубу 11 в атмосферу. При фильтрации воды из инфильтрационных сооружений 12 системы искусственного пополнения запасов подземных вод уровень их повышается и воздух из зоны 1 вытесняется в отверстия 4, а над депрессионной поверхностью поддерживается атмосферное давление.

Уровни подземных вод в водоносном горизонте 2 повышаются до положения 13, соответствующего уровню 10 воды в реке, расходу воды, поступающему из инфильтрационных сооружений 12 и водоотбору водозахватными сооружениями 6, т.е., емкостные запасы восстанавливаются полностью. Для водоносных горизонтов 2, перекрытых непроницаемой кровлей 3, имеющей большую мощность, или при реконструкции действующих водозаборов в качестве специальных устройств, обеспечивающих контакт осушаемой зоны с атмосферой, используют скважины, фильтр которых устанавливают в осушаемой зоне.

Предлагаемый способ особенно эффективен при эксплуатации мало-мощных водоносных горизонтов речных долин. Их эксплуатация обеспечивается в основном путем восполнения подземных вод из реки в относительно короткие паводочные периоды, когда важно обеспечить полное восстановление емкостных запасов, а также при эксплуатации инфильтрационных сооружений при сезонном пополнении подземных вод, когда нужно в относительно короткий многоводный период полностью восполнить емкостные запасы эксплуатируемого водоносного горизонта.

Способ искусственного пополнения запасов подземных вод. Осуществляется путем принудительной инфильтрации подпитывающих вод из источника через песчаную зону аэрации до водоупора [6]. Инфильтрацию создают путем охлаждения верхней части песчаной зоны аэрации до минус 10–15 °С [3]. Изобретение относится к технологии искусственного создания (восполнения) запасов пресных подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения. На чертеже показана схема работы водозабора с конденсационным восполнением подземных вод (рис. 2). Пример. Слой песка 1 подстилается суглинистым водоупором 2. На поверхности находится здание промышленного холодильника 3 с температурой в нижней камере минус 15 °С.

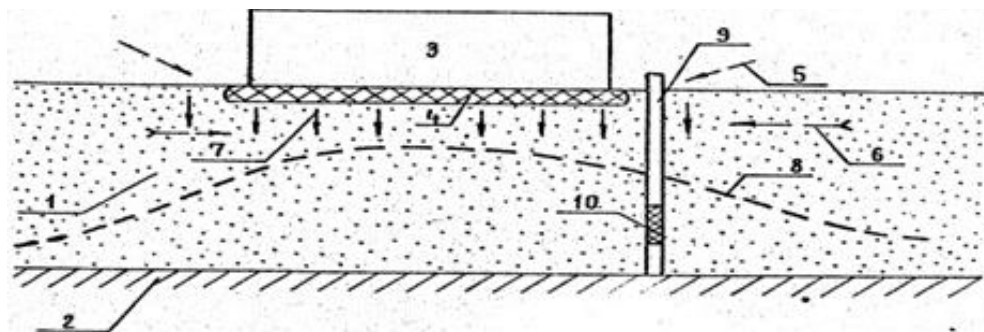


Рис. 2. Схема работы водозабора с конденсационным восполнением подземных вод

В результате охлаждения образуется промороженная линза 4 (песок со льдом) в основании холодильника. Движение паров в воздухе 5 и песке 6 от зон с большей температурой к охлажденным зонам показано стрелками. Пары конденсируются по мере движения к основанию холодильника, а образовавшаяся вода (конденсат) 7 инфильтруется до уровня грунтовых вод 8. Вода из образовавшегося таким образом искусственного водоносного горизонта откачивается через скважину 9 с фильтром 10. Производительность восполнения путем конденсации можно оценить по величине теплового потока, поглощаемого холодильником. Используя формулу Фурье, можно рассчитать количество конденсата Q , образующегося на 1 м основания холодильника в течение часа. Таким образом, для получения питьевой воды в количестве 100 л/ч группа холодильников должна занимать площадь размером приблизительно 45 × 45 м, что вполне реально.

Способ пополнения подземных вод. Данный способ заключается в создании подпора уровня воды в водотоке, питающем эксплуатируемый водоносный горизонт с помощью водоподъемной плотины, установленной ниже водозабора по течению, отличающийся тем, что, с целью повышения эффективности пополнения подземных вод при наступлении отрицательных температур воздуха путем искусственного образования наледи в водотоке и про-

мерзания прирусловых отложений, участок русла выполаживают, расширяют и устанавливают на нем теплообменник, соединенный с атмосферой [4, 6].

Изобретение относится к водоснабжению и может применяться для искусственного пополнения подземных вод, преимущественно для увеличения производительности подземных водозаборов в холодный период года, который характеризуется уменьшением эксплуатационных запасов подземных вод.

Наиболее близким к предлагаемому является способ пополнения подземных вод созданием подпора уровня воды в водотоке, питающем эксплуатируемый водоносный горизонт, с помощью водоподъемной плотины, установленной ниже водозабора по течению. Пополнение запасов подземных вод происходит за счёт поднятия уровней в верхнем бьефе плотины и соответствующего увеличения фильтрации воды из реки в водоносный горизонт.

Однако способ требует больших затрат как на устройство плотины, так и на ее периодическое восстановление, поскольку не исключена возможность ее разрушения в период паводков. Если прохождение паводков на водотоке характерно в осенний период, то это осложняет строительство и реконструкцию водоподъемной плотины. В связи с этим не всегда возможно обеспечение высоких уровней воды в зимний период, и, следовательно, в этот период не гарантируется предотвращение истощения запасов подземных вод. Устройство не размываемых плотин, обеспечивающих подъем уровней в реке, требует не только увеличения затрат, но и усиливает процесс заиления и кольматации фильтрующих грунтов в верхнем бьефе плотины из-за снижения транспортирующей способности реки. Заиление и кольматация грунтов, как известно, способствуют уменьшению их проницаемости, что в свою очередь уменьшает и фильтрацию воды из реки в водоносный горизонт, снижая эффект подпора уровней. Кроме того, устройство временных и капитальных плотин в русле реки не исключает возможности ущерба рыбным запасам в случае, если река имеет рыбохозяйственное значение, так как затрудняется ход рыбы, что особенно важно в период нереста. Все это ограничивает применение способа, так как реки с небольшой мутностью (до 30 мг/л) и не имеющие рыбохозяйственное значение встречаются крайне редко.

Целью изобретения является повышение эффективности пополнения подземных вод при наступлении отрицательных температур воздуха.

На чертеже представлена схема теплообменника, поперечный разрез (рис. 3). Сущность предлагаемого способа заключается в следующем. Для образования наледи выбирается перекатный участок русла реки, который предварительно выполаживается и расширяется с целью уменьшения скорости течения воды. В конечном створе этого участка устанавливается теплообменник, обеспечивающий контакт придонного слоя воды и грунта в зоне его установки с атмосферой. Образование ледяного покрова при наступлении отрицательной температуры воздуха и напавание донного льда в месте установки теплообменника способствуют перемерзанию реки и выходу воды на поверхность льда и, таким образом обеспечивается постепенный рост наледи. Кроме того, под дном реки в месте установки теплообменника происходит промерзание водонасыщенного грунта, что способствует частичному или полному, в зависимости от заглубления теплообменника, перехвату подземного стока под руслом реки. Это обуславливает не только подъем уровня воды в русле реки, но и подъем уровня подземных вод. В весенний период при повышении температуры воздуха до температуры таяния льда наличие теплообменника способствует быстрому таянию наледи и при прохождении

весенних и летних дождевых паводков с характерным повышением мутности воды обеспечивается естественная регенерация донных отложений и увеличения заиленности русла реки не происходит, а в период нереста обеспечивается свободный проход рыбы.

Способ пополнения подземных вод, служащий для увеличения производительности горизонтальной водозаборной дрены 1 (расположение ее показано условно, так как водозабор должен быть расположен выше наледной плотины), заключается в том, что в летнюю межень перекаточный участок реки ниже водозабора выполаживается, и в траншею устанавливается теплообменник 2, представляющий собой, например, стальные трубы, соединенные стояками 3, которые обеспечивают контакт придонного слоя воды и грунта с атмосферой. Трубы теплообменника 2 имеют уклон в сторону стояка 3 с отстойником 4 для сбора и удаления конденсата.

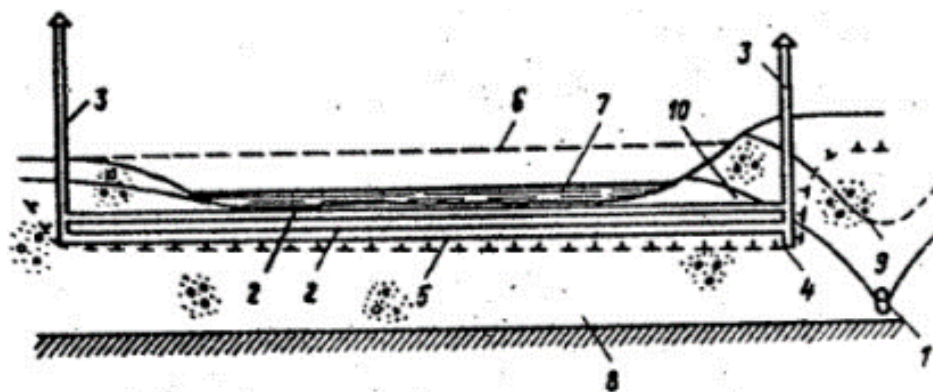


Рис. 3. Схема теплообменника

При наступлении отрицательной температуры воздуха в результате охлаждения грунта происходит образование зоны 2 промерзания 5, а на дне реки образование донного льда и смыкание его с нижней поверхностью ледяного покрова обуславливает перемерзание водотока, выход воды на поверхность льда 2 и дальнейшее ее намораживание. На протяжении периода с отрицательной температурой воздуха происходит постепенный рост наледи и повышение уровня воды в реке 6 относительно его положения 7, характерного для этого периода времени в естественных условиях. В результате подъема уровня воды в реке увеличивается фильтрация воды из реки в водоносный горизонт 8 и поднятие уровня подземных вод 9 относительно его положения до образования наледи 10. Таким образом, за счет образования наледи и подъема уровня подземных вод возможно увеличение производительности водозабора в холодный период года, когда происходит наибольшая сработка запасов подземных вод, а интенсивность их естественного пополнения снижается. Перед наступлением отрицательной температуры воздуха производится профилактический осмотр теплообменника, и при необходимости удаляется конденсат из отстойника, а также производится выполаживание русла в месте установки теплообменника, если в предшествующий паводковый период произошло переформирование русла.

Для оценки технико-экономической эффективности предложенного способа в качестве базового объекта выбран прототип, который является самым простым и дешёвым из известных способов искусственного пополнения подземных вод, не уступающий им в эффективности использования при услови-

ях подобных рассматриваемым. Последние характеризуются небольшими расходами воды в реке в зимний период и тяжелыми условиями забора воды из источника восполнения. Эксплуатационные расходы при предлагаемом способе пополнения подземных вод состоят из затрат на плакировку дна реки и откачку конденсата из отстойника, в базовом объекте – из затрат на подвоз грунта и ежегодного восстановления дамбы.

Использование предлагаемого способа пополнения подземных вод обеспечивает по сравнению с базовым объектом следующие преимущества: снижение стоимости, по сравнению с плотиной из местных материалов в 4 раза; снижение эксплуатационных затрат более чем в 6 раз; простота устройства наледной плотины, заключающаяся в выполаживании перекатного участка русла и установке теплообменника в любой период года, например, в летнюю межень; обеспечение естественной регенерации донных отложений, что не приводит к увеличению заиливания донных отложений, и соответствующему ухудшению фильтрации воды в водоносный горизонт из реки; возможность свободного прохода рыбы в период нереста, что значительно повысит эффективность пополнения подземных вод в зимний период и обеспечит более надежную и экологически целесообразную работу подземных водозаборов [5].

Способ искусственного пополнения запасов подземных вод. Изобретение касается водоснабжения и может применяться при искусственном пополнении запасов подземных вод из инфильтрационных бассейнов. Целью изобретения является повышение эффективности пополнения запасов подземных вод за счет увеличения отдачи инфильтрационного бассейна в зимний период (рис. 4), поперечный разрез. В бортах инфильтрационного бассейна до образования ледяного покрова 1 устанавливают анкеры 2. Вдоль бассейна размещают теплообменники 3, крепят их на подвесках 4 к продольным тросам 5 или укладывают на консоли 6 [6, 7].

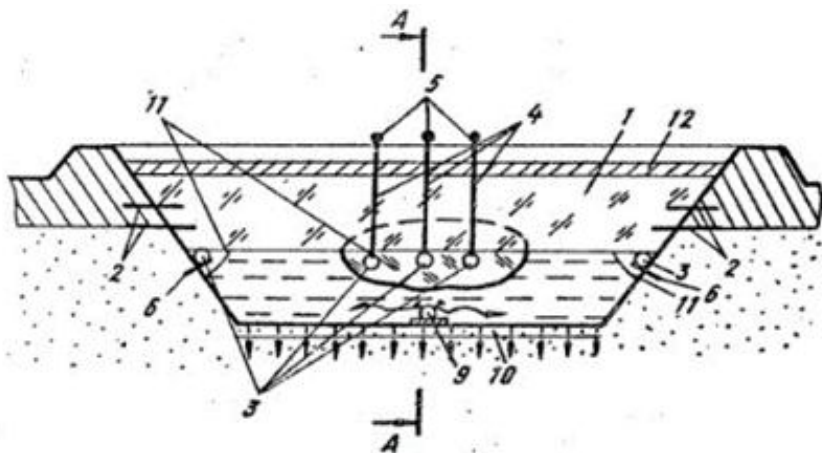


Рис. 4. Схема повышения эффективности пополнения запасов подземных вод в зимний период

После образования ледяного покрова 1 обеспечивают доступ холодного воздуха в теплообменники 3 для образования ледяного напая 11, и подачи воды на поверхность льда образуют вторичный слой льда 12. После этого нагнетают воду в систему подачи воды 9 для поддержания гидростатического давления выше атмосферного, что обеспечивает усилие фильтрации через фильтрующую загрузку 10. На рисунке 5 приведена установка для искусственного пополнения запасов подземных вод, разрез А-А.

Ледяной покров 1 инфильтрационного бассейна закреплен анкерами 2, установленными в бортах бассейна. В бассейне размещены теплообменники 3, закрепленные с помощью подвесок 4 на продольных тросах 5 и консолях 6, концевые участки 7 теплообменников с заглушками 8, система 9 подачи воды, песчаная загрузка 10, ледяной напай 11, вторичный слой льда 12.

Способ осуществляют следующим образом. В бортах инфильтрационного бассейна до пуска его в работу на отметках, соответствующих средней части ледяного покрова 1, устанавливают анкера 2. Вдоль бассейна в средней его части и вблизи бортов устанавливают теплообменники 3, выполненные, например, из тонкостенных труб из теплопроводного материала. В средней части бассейна теплообменники 3 крепят на подвесках 4 к продольным тросам 5. Вблизи бортов теплообменника 3 укладывают на консоли 6, которые закрепляют в бортах бассейна. Концевые участки 7 теплообменников 3 выводят за пределы бассейна и закрывают заглушками 8.

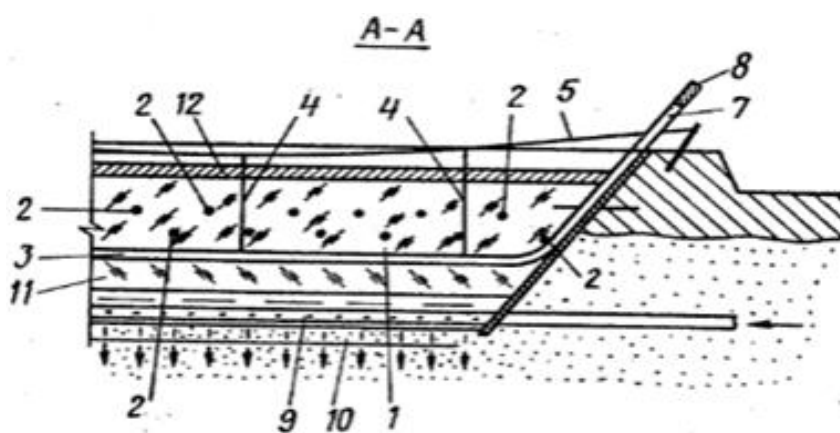


Рис. 5. Схема повышения эффективности пополнения запасов подземных вод в зимний период

После пуска бассейна в работу и понижения температуры воздуха ниже 0°C в бассейне образуется ледяной покров 1. При достижении им толщины более 0,8 м из выходных отверстий концевых участков 7 теплообменников 3 удаляют заглушки 8 для обеспечения доступа холодного воздуха в теплообменники 3 и образования ледяного напая 11 и смерзания его с нижней поверхностью ледяного покрова 1. Для интенсификации образования ледяного напая применяют принудительную продувку теплообменников 3 холодным воздухом.

При увеличении мощности ледяного покрова 1, близкой к рабочей глубине бассейна, выходные отверстия концевых участков 7 теплообменников 3 закрывают заглушками 8. Все это обеспечивает прекращение нарастания мощности ледяного покрова 1.

При образовании снежного покрова на поверхности льда снежный покров удаляют или на его поверхность подают воду, например, с помощью дальнеструйной дождевальной установки и образуют вторичный слой льда 12, обладающий лучшей, по сравнению со снегом, теплопроводностью, чем обеспечивают интенсивное наращивание мощности ледяного покрова 1.

После образования ледяного напая 11 и смерзания его с нижней поверхностью ледяного покрова 1 постепенно увеличивают подачу воды из источника пополнения через систему 9 подачи воды в инфильтрационный бассейн,

повышают давление под ледяным покровом 1. Под действием гидростатического напора и давления воды под ледяным покровом 1 происходит просачивание воды из инфильтрационного бассейна через фильтрующую загрузку 10 в грунт, чем обеспечивается пополнение запасов подземных вод.

Применение предлагаемого способами устройства целесообразно при искусственном пополнении подземных вод в районах с продолжительным зимним периодом. К концу января мощность ледяного покрова в непроточных водоемах, к которым относятся и инфильтрационные бассейны, достигает 0,8–1,0 м, и она обеспечивает возможность применения предлагаемого способа.

Необходимость увеличения отдачи инфильтрационных бассейнов в зимний период обуславливается тем, что под влиянием различных природно-климатических факторов уменьшается питание каптируемых водоносных горизонтов из естественных источников пополнения подземных вод [8].

Список литературы

1. Берданов В. М. Искусственное пополнение подземных вод (Обзор исследований опыта применения метода в ГДР) / В. М. Берданов, А. М. Перлина, А. Ф. Порядин // Обзор информ. ЦБНТИ Минжилкомхоза РСФСР, сер. Водоснабжение и канализация. – 1979. – Вып. 1 (14). – С. 3–49.
2. Патент № 1214865 Российская Федерация. Способ интенсификации восполнения подземных вод / Леонов Б. В., Головин В. Л. – Оpubл. 28.02.1986.
3. Патент № 1816297 Российская Федерация. Способ искусственного пополнения запасов подземных вод / Тихомиров Е. Н. – Оpubл. 15.05.1993.
4. Патент № 1094921 Российская Федерация. Способ пополнения подземных вод / Леонов Б. В., Лазарев В. В., Соломенник С. Ф., Головин В. Л. – Оpubл. 30.05.1984.
5. Плотников Н. А. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод с искусственным их восполнением / Н. А. Плотников, К. И. Сычев. – Москва : Недра, 1976. – С. 151.
6. Плотников Н. А. Проектирование систем искусственного восполнения подземных вод для водоснабжения / Н. А. Плотников. – Москва : Стройиздат, 1983. – 232 с.
7. Методы оценки ресурсов подземных вод. Международная ассоциация гидрогеологов. Труды. – Москва : Наука, 1979. – С. 348.
8. Рекомендации по проектированию и эксплуатации систем искусственного пополнения запасов подземных вод (ИППВ). – Москва : ВНИИ ВОДГЕО, 1976. – С. 223.

References

1. Berdanov V. M., Perlina A. M., Poryadin A. F. *Iskusstvennoe popolnenie podzemnykh vod (Obzor issledovaniy opyta primeneniya metoda v GDR)* [Artificial pokpolneniye of underground waters (Review of researches of experience of application of a mektod in the GDR)]. *Obzor inform. TsBNTI Minzhilkomkhoza RSFSR, ser. Vodosnabzhenie i kanalizatsiya* [Review Inform. TSBNTI Minzhilkomkhoza of RSFSR, Series Water Supply and Sewerage], 1979, issue 1 (14), pp. 3–49.
2. Leonov B. V., Golovin V. L. Patent no. 1214865 Russian Federaion. Way of an Intensification of Completion of Underground Waters. Published 28.02.1986.
3. Tikhomirov Ye. N. Patent no. 1816297 Way of Artificial Replenishment of Reserves of Underground Waters. Published 15.05.1993.
4. Leonov B. V., Lazarev V. V., Solomennik S. F., Golovin V. L. Patent no. 1094921 Way of Replenishment of Underground Waters. Published 30.05.1984.
5. Plotnikov N. A., Sychev K. I. *Otsenka ekspluatatsionnykh zasposov podzemnykh vod s iskusstvennym ikh vospolneniem* [Assesment of operational reserves of underground waters with their artificial completion], Moscow, Nedra Publ., 1976, pp. 151.
6. Plotnikov N. A. *Proektirovanie sistem iskusstvennogo vospolneniya podzemnykh vod dlya vodosnabzheniya* [Design of systems of artificial completion of underground waters for water supply], Moscow, Stroyizdat Publ., 1983. 232 p.
7. *Metody otsenki resursov podzemnykh vod. Mezhdunarodnaya assotsiatsiya gidrogeologov. Trudy* [Methods of assessment of resources of underground waters. International association of hydrogeologists. Proceedings], Moscow, Nauka Publ., 1979, pp. 348.
8. *Rekomendatsii po proektirovaniyu i ekspluatatsii sistem iskusstvennogo popolneniya zasposov podzemnykh vod (IPPV)* [Recommendations about design and operation of systems of artificial replenishment of reserves of underground waters (ARRUW)], Moscow, VODGEO'S All-Russian Research Institute Publ. House, 1976, pp. 223.