

В.И. КЛЁПОВ, П.М. УМАНСКИЙФедеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация

О ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВАХ СОВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД В БАССЕЙНЕ РЕКИ ПАХРЫ

Рассмотрено совместное использование поверхностных и подземных вод в бассейне реки Пахры в маловодные годы для водоснабжения Подольского района Московской области. Определены дефициты гарантированной водоотдачи, продолжительность дефицитов, максимальные месячные дефициты, месяцы дефицита, диапазоны изменения глубины сокращения гарантированной водоотдачи за 1925/26-1992/93 годы в обычном режиме работы Подольского водохранилища и при совместном использовании поверхностных и подземных вод. Определены показатели обеспеченности и надёжности водоотдачи: обеспеченность по числу бесперебойных лет, по длительности бесперебойных периодов, по объёму доставленной пользователю воды. Предлагается достроить Подольское водохранилище, заложить дополнительные подземные водозаборы рядом с рекой Пахрой, а также использовать действующие водозаборные узлы для восполнения дефицитов гарантированной водоотдачи Подольского водохранилища. Как показывают расчёты, общего объёма эксплуатационных запасов подземных вод Подольского района Московской области – 307426 м³/сут (9,53 млн м³ в месяц) должно хватить для погашения максимального месячного дефицита, равного 8,42 млн м³, при условии введения в эксплуатацию дополнительных скважин. Совместное использование поверхностных и подземных вод для водоснабжения повышает гарантированную водоотдачу Подольского водохранилища при сохранении требуемых показателей надёжности и обеспеченности гарантированной водоотдачи без увеличения регулирующего объёма водохранилища.

Совместное использование поверхностных и подземных вод, эксплуатационные запасы, дефициты гарантированной водоотдачи, глубина сокращения гарантированной водоотдачи, показатели обеспеченности и надёжности водоотдачи.

Введение. В настоящее время эксплуатационные запасы подземных вод многих водозаборов России находятся на грани истощения. В результате интенсивной эксплуатации водоносных горизонтов срабатываются напоры подземных вод, образуются региональные воронки депрессии. Это может привести к загрязнению водоносных горизонтов поверхностными водами. Таким образом, возникает проблема поиска новых источников водоснабжения. Рассмотрим различные варианты решения этой проблемы для Подольского района Московской области, применяя системы совместного использования поверхностных и подземных вод.

Для водоснабжения Подольского района Московской области может использоваться Приокское месторождение подземных вод (южная межрайонная система водоснабжения). К этой системе могут подключаться города, в которых запасы подземных вод находятся на грани истощения или загрязнения [1].

Другой вариант – создание системы водохранилищ на реке Пахре выше города Подольска [2]. Водоохранилища можно использовать для водоснабжения населения, промышленности, сельского хозяйства и создания новых зон отдыха населения. В этой статье рассматривается вариант с использованием Подольского водохранилища: в маловодные периоды для погашения дефицитов в поверхностном стоке будет использоваться компенсационный водозабор, в многоводные периоды будет происходить восстановление сработанных запасов подземных вод [3, 1, 4]. При этом основным источником водоснабжения являются поверхностные воды, т.е. водозабор осуществляется из водохранилища. Вода из скважин, расположенных выше водохранилища, сбрасывается непосредственно в водохранилище или в реку.

Материалы и методы. Для проведения исследования совместного использования подземных и поверхностных вод в бассейне реки Пахры использованы материалы работы [2],

в которой был проведён имитационный эксперимент для определения зависимости суммарных дефицитов гарантированной водоотдачи от регулирующего объёма водохранилища. В результате расчётов получены значения дефицитов гарантированной водоотдачи для выбранного диапазона значений. Для обоснования параметров системы совместного использования подземных и поверхностных вод определялись показатели надёжности и обеспеченности гарантированной водоотдачи: максимальная глубина перебоя (глубина сокращения гарантированной водоотдачи), обеспеченность по числу бесперебойных лет P_p , длительности бесперебойных периодов $P_{п}$, объёму доставленной пользователю воды P_o .

Глубина сокращения гарантированной водоотдачи – это величина, равная отношению разности оптимального значения гарантированной водоотдачи Q и подаваемого в перебойных условиях сокращённого расхода воды Q_c и оптимального значения водоотдачи:

$$H = \frac{Q - Q_c}{Q} 100\% \quad (1)$$

Считается, что ограничение водоотдачи на 20-30% не оказывает существенного влияния на условия функционирования водохозяйственных систем [5].

Характеристиками обеспеченности (надёжности) водоотдачи водохранилищ могут служить такие показатели, как:

1. Обеспеченность по числу бесперебойных лет

$$P = \frac{m}{n + 1} 100\% \quad (2)$$

где n – число членов расчетного ряда; m – число бесперебойных лет в ряду.

2. Обеспеченность по длительности бесперебойных периодов

$$P = \frac{t}{T} 100\% \quad (3)$$

где T – длительность расчетного ряда (месяцы, декады, сутки); t – длительность бесперебойного периода.

3. Обеспеченность по объёму доставленной пользователю воды (по сравнению с объёмом воды, отвечающим норме)

$$P = \frac{W_1}{W_2} 100\% \quad (4)$$

где W_1 – фактический объём водоподачи за многолетие; W_2 – требуемый объём водоподачи за многолетие.

Результаты и обсуждение. Для обоснования параметров системы совместного использования поверхностных и подземных вод в бассейне реки Пахры рассчитаны: дефициты гарантированной водоотдачи (в табл. 1 приведены за 1936/37-1940/41, 1964/65-1969/70 годы); продолжительности дефицита; максимальные месячные дефициты гарантированной водоотдачи по годам; месяцы дефицита; диапазон изменения глубины сокращения гарантированной водоотдачи Подольского водохранилища в обычном режиме работы и при совместном использовании поверхностных и подземных вод за 1925/26-1992/93 годы, в которых возникал дефицит водоотдачи. Также были построены: графики дефицита Подольского водохранилища за 1968/69 годы и график зависимости дефицита гарантированной водоотдачи от значения гарантированной водоотдачи за 68 лет (рис. 1, 2).

Таблица 1

Дефицит гарантированной водоотдачи по годам при совместном использовании подземных и поверхностных вод

Водоотдача, м ³ /с	Дефицит водоотдачи по годам, млн м ³										
	1936/37	1937/38	1938/39	1939/40	1940/41	1964/65	1965/66	1967/68	1968/69	1969/70	1972/73
3,4	1,36	1,20	1,03	1,77	0,82	0,93	1,25	4,46	5,71	1,08	2,89
3,2	–	–	–	2,17	0,85	0,97	–	–	0,42	0,54	–
3,0	–	–	–	2,83	–	0,59	–	–	0,38	0,01	–
2,8	–	–	–	–	–	–	–	–	0,42	–	–

Для водоотдачи 2,4 м³/с при обычном режиме работы водохранилища дефицит возникает в течение четырёх лет в зимние месяцы и в марте и длится 5 месяцев.

Глубина сокращения гарантированной водоотдачи максимальная в 1969/70 г. для марта составляет 58%. Дефицит за многолетие равен 6,76 млн м³.

Для значений гарантированной водоотдачи 2,6 и 2,8 м³/с дефицит приходится на зимние, осенние месяцы и один весенний месяц (март) и длится 17 месяцев и 34 месяца соответственно. Объем дефицита при этом

увеличивается с 41,06 млн м³ для водоотдачи 2,6 м³/с, и до 113,23 млн м³ для водоотдачи 2,8 м³/с. Глубина сокращения водоотдачи изменяется по месяцам с 7 до 76% для водоотдачи 2,6 м³/с и с 7 до 86% для водоотдачи 2,8 м³/с.

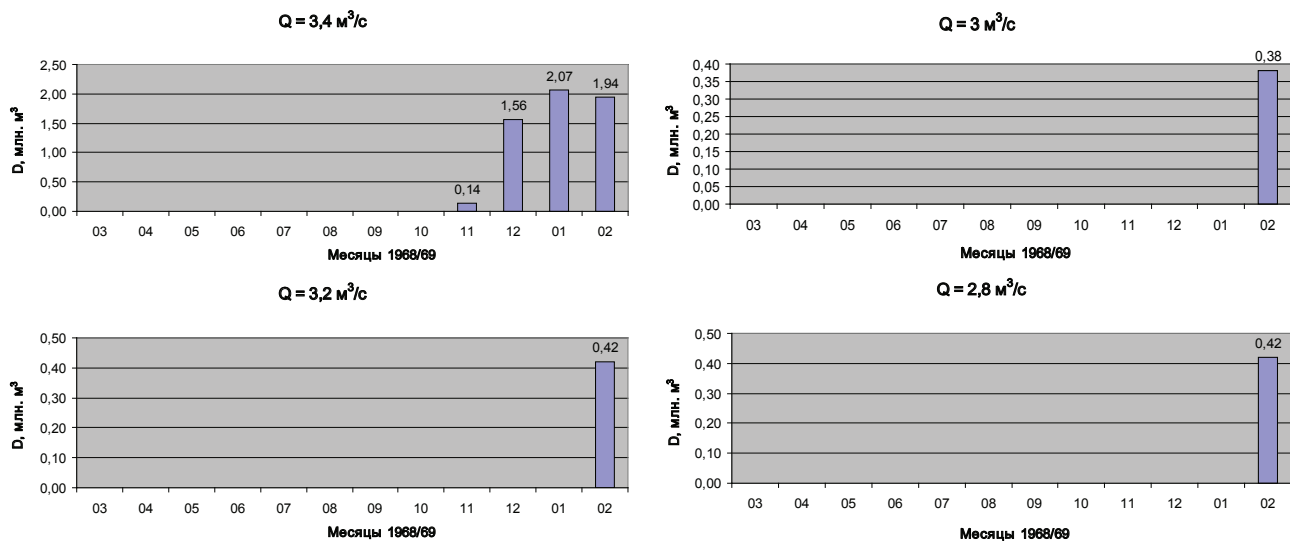


Рис. 1. Графики дефицита Подольского водохранилища для водоотдачи 2,8-3,4 м³/с при совместном использовании подземных и поверхностных вод за 1968/69 г.

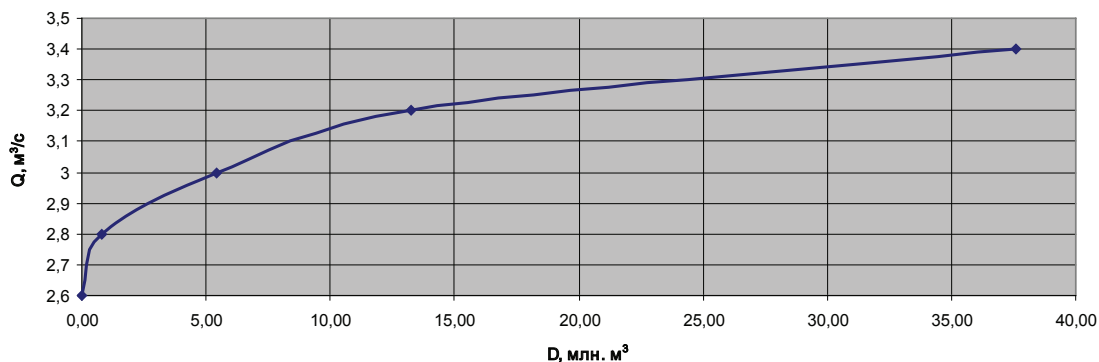


Рис. 2. График зависимости дефицита гарантированной водоотдачи от значения гарантированной водоотдачи при совместном использовании подземного и поверхностного стока

При гарантированной водоотдаче 3 м³/с дефицит длится от 1 до 7 месяцев в осенне-зимнюю межени, в марте и в августе; суммарный дефицит при этом равен 228,28 млн м³ и длится 67 месяцев. Глубина сокращения водоотдачи изменяется и составляет от 1 до 87%.

Для значений гарантированных водоотдач 3,2 и 3,4 м³/с дефицит проявляется в осенние, зимние, весенние и летние месяцы. Продолжительность дефицита при водоотдаче 3,2 м³/с составляет 93 месяца, при водоотдаче 3,4 м³/с – 117 месяцев. Суммарный дефицит за многолетие для 3,2 м³/с составляет 389,63 млн м³ для 3,4 м³/с – 565,3 млн м³. Для водоотдачи 3,2 м³/с диапазон изменения

глубины сокращения гарантированной водоотдачи изменяется в пределах 3...92%, для водоотдачи 3,4 м³/с – 1...84%.

Для водоотдачи 2,8 м³/с при совместном использовании поверхностных и подземных вод дефицит равен 0,42 м³/с и длится 1 год в феврале. Как показали расчеты, максимальный месячный дефицит при заданном диапазоне водоотдачи 2,8...3,4 м³/с равен 2,07 млн м³ в январе 1968/69 г. Максимальная глубина сокращения гарантированной водоотдачи в 1968/69 г. составляет 6,3%.

Для гарантированных водоотдач 3,0 и 3,2 м³/с дефицит приходится на зимние месяцы (январь, февраль) и один весенний месяц (март), и длится 6 и 15 месяцев.

Объем дефицита при этом увеличивается в диапазоне от 4,07 млн м³ (для водоотдачи 3,0 м³/с) до 11,5 млн м³ (для водоотдачи 3,2 м³/с). Глубина сокращения водоотдачи изменяется от 0,1 до 20,8% для водоотдачи 3,0 м³/с и от 0,8 до 25,7% для водоотдачи 3,2 м³/с.

При гарантированной водоотдаче 3,4 м³/с дефицит длится 36 месяцев в осенне-зимнюю межени и марте, при этом суммарный дефицит равен 37,36 млн м³.

Глубина сокращения гарантированной водоотдачи изменяется с 1,6 до 24,5%.

Показатели надёжности и обеспеченности гарантированной водоотдачи (максимальная глубина перебоа, обеспеченности по числу бесперебойных лет $P_{л}$, длительности бесперебойных периодов $P_{п}$, объёму доставленной пользователю воды $P_{о}$) рассчитаем по формулам 2...4 за период с 1926 по 1993 гг. Результаты расчётов представлены в таблицах 2, 3.

Таблица 2

Показатели надёжности и обеспеченности гарантированной водоотдачи

Водоотдача, м ³ /с	Максимальная глубина перебоа		Обеспеченность, %		
	м ³ /с	%	$P_{л}$	$P_{п}$	$P_{о}$
3,4	3,1	92,4	43,5	44,1	91,6
3,2	2,9	91,9	44,9	45,6	94,0
3,0	2,6	86,9	50,7	51,5	96,3
2,8	2,4	86,0	73,9	75,0	98,3
2,6	2,0	76,5	82,6	83,8	99,3
2,4	1,4	58,0	92,8	94,1	99,9

При анализе таблицы 2 можно сделать следующие выводы. Максимальная глубина перебоа гарантированной водоотдачи 2,4-3,4 м³/с изменяется в диапазоне 58...92,4%. Обеспеченность гарантированной водоотдачи по числу бесперебойных лет изменяется от 43,5% до 92,8%. Обеспеченность по длительности бесперебойного периода

убывает более плавно (44,1% до 94,1%), чем обеспеченность по числу бесперебойных лет. Обеспеченность по объёму воды изменяется от 91,6% до 99,9%, и, в отличие от предыдущих характеристик, практически не зависит от глубины сокращения водоотдачи. Происходит лишь только перераспределение объёма дефицита во времени.

Таблица 3

Показатели надёжности и обеспеченности гарантированной водоотдачи при совместном использовании подземных и поверхностных вод

Водоотдача, м ³ /с	Максимальная глубина перебоа		Обеспеченность, %		
	м ³ /с	%	$P_{л}$	$P_{п}$	$P_{о}$
3,4	0,83	24,5	62,3	63,2	99,5
3,2	0,82	25,7	79,7	80,9	94,2
3,0	0,62	20,8	88,4	89,7	99,9
2,8	0,18	6,3	94,2	95,6	100,0

Анализ таблицы 3 показывает следующее. Увеличился нижний предел водоотдачи с 2,4 до 2,8 м³/с. Максимальная глубина перебоа гарантированной водоотдачи 2,8-3,4 м³/с изменяется в диапазоне 6,3...25,7% (уменьшается в 3,8...9,2 раза по сравнению с табл. 2). Обеспеченность гарантированной водоотдачи по числу бесперебойных лет изменяется от 62,3% до 94,2% (увеличивается в 1...1,4 раза по сравнению с табл. 2). Обеспеченность по длительности

бесперебойного периода возрастает более плавно – от 63,2% до 95,6% (увеличивается в 1...1,4 раза по сравнению с табл. 2), чем обеспеченность по числу бесперебойных лет. Обеспеченность по объёму воды изменяется от 99,5% до 100,0% (незначительно увеличивается по сравнению с табл. 2).

Для покрытия дефицитов водопотребления в маловодные годы предлагаем совместное использование поверхностных и подземных вод.

Балансовая структура всех эксплуатационных запасов подземных вод Подольского района Московской области в количестве 307426 м³/сут представляется следующим образом [6]. Больше всего запасов обеспечивается за счет притока из рек – 113411 м³/сут (36%), 99473 м³/сут – за счёт сокращения родниковой разгрузки (32%) и 81778 м³/сут (26%) – за счет перехвата речного стока. Незначительная часть (около 6%) привлекается из-за пределов рассматриваемой территории. Всего по промышленным категориям «А»+«В» (МУП Водоканал г. Подольска, Щербинка, Троицк, предприятие «Тринити» и др.) эксплуатационные запасы равны 171759 м³/сут.

Запасы категории «А» («освоенные») представляются по эксплуатационным скважинам в количестве не более максимального среднегодового водоотбора скважины за последние 5-6 лет. Запасы категории «В» («разведанные») представляются по разведочно-эксплуатационным скважинам и по новым проектным скважинам, расположенным рядом с действующими в пределах участков действующих водозаборных узлов (ВЗУ). Запасы категории «В» по скважинам не превышают дебита опытной откачки или средней производительности ближайших водозаборных скважин.

Таким образом, для водоснабжения можно использовать эксплуатационные запасы подземных вод, равные 171759 м³/сут. Из подземных водозаборов, расположенных рядом с рекой вверх по течению до Подольского водохранилища (месторождения подземных вод Красная Пахра, Шишкинское, одиночные скважины), подземные воды поступают в трубопровод и сбрасываются в реку или в водохранилище, если водозабор находится рядом с водохранилищем (Мочинский ВЗУ, одиночные скважины). ВЗУ, расположенные далеко от реки Пахры (Деснянский ВЗУ, Пахринско-Деснянское и Верхне-Деснянское месторождения, одиночные скважины), будут подавать воду непосредственно потребителям или в водохранилище через трубопроводную сеть. Также рекомендуется выше Подольского водохранилища по течению реки Пахры заложить дополнительные подземные водозаборы для восполнения дефицитов в маловодные годы.

Так как месторождения подземных вод также используются для водоснабжения местных потребителей, то предлагается, как и в [1, 4], в маловодные годы для заполнения водохранилища использовать вместо

равномерного форсированный водоотбор из подземного водоисточника, что позволит в 2 раза увеличить водоотбор в маловодный период. В многоводные годы водозабор из ВЗУ подземных вод уменьшается, т.к. ёмкость водохранилища обеспечивает требуемое водопотребление и отсутствуют дефициты гарантированной водоотдачи, поэтому водозабор может работать с минимальной производительностью. При этом в многоводные годы при сниженном водоотборе будет происходить восстановление эксплуатационных запасов водоносных горизонтов (восстановительный режим работы ВЗУ).

Выводы

1. Максимальный месячный дефицит при заданном диапазоне водоотдачи 2,4...3,4 м³/с равен 8,42 млн м³ в январе 1939/40 г. Для покрытия этого дефицита при совместном использовании поверхностного и подземного стока будем использовать эксплуатационные запасы в объёме 171759 м³/сут (5,32 млн м³ за январь). Дефициты компенсируются только в месяцы их возникновения. Таким образом, эксплуатационных запасов подземных вод не хватает для покрытия дефицита.

2. Для решения этой проблемы предлагается заложить дополнительные подземные водозаборы рядом с рекой Пахрой. Общего объёма эксплуатационных запасов подземных вод Подольского района Московской области – 307426 м³/сут (9,53 млн м³ в месяц) – должно хватить для погашения максимального месячного дефицита, равного 8,42 млн м³, при условии введения в эксплуатацию дополнительных скважин.

3. Как показывают результаты исследования, совместное использование поверхностных и подземных вод для водоснабжения повышает гарантированную водоотдачу Подольского водохранилища при сохранении требуемых показателей надёжности и обеспеченности гарантированной водоотдачи без увеличения регулирующего объёма водохранилища.

Библиографический список

1. Ковалевский В.С. Комбинированное использование ресурсов поверхностных и подземных вод. – М.: Научный мир. 2001-332 с.
2. Клёпов В.И., Уманский П.М. Особенности функционирования системы водохранилищ в бассейне реки Пахры. // Природообустройство. – 2018. – № 2. – С. 29-33.

3. Великанов А.Л., Клёпов В.И., Минкин Е.Л. Совместное использование поверхностных и подземных вод в Московской агломерации при современных экологических требованиях. // Водные ресурсы. – 1994. – Т. 21. № 6. – С. 711-714

4. Козак Н.С. Обоснование форсированного режима эксплуатации подземных вод в маловодные периоды при их совместном использовании с поверхностными водами для водоснабжения г. Владивосток. Автореферат диссертации на соискание учёной степени канд. геол. – мин. наук. – М.: 2014. – 33 с.

5. Водные ресурсы и качество вод: состояние и проблемы управления. – М.: РАСХН, 2010. – С. 146-167.

6. Отчет по теме: Переоценка эксплуатационных запасов пресных подземных вод для водоснабжения населения и предприятий Подольского района Московской области

по состоянию на 01.01.2005 г. [Текст] – Москва, 2005 г. – Гос. рег. номер 34-03-93/1. УДК 556.382:628.1 (470.311).

Материал поступил в редакцию 12.01.2019 г.

Сведения об авторах

Клёпов Владимир Ильич, доктор технических наук, профессор кафедры гидрологии, гидрогеологии и регулирования стока, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева; 127550, г. Москва, ул. Прянишникова д. 19, e-mail: viklepov@rambler.ru

Уманский Петр Михайлович, старший преподаватель кафедры «Технической эксплуатации, технологических машин и оборудования природообустройства» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева; 127550, г. Москва, ул. Б. Академическая, 44; e-mail: UmPM@rambler.ru

V.I. KLEPOV, P.M. UMANSKY

Federal state budgetary educational institution of higher education Russian state agrarian university – MSHA named after C.A. Timiryazev, Moscow, Russian Federation

ABOUT HYDROLOGICAL BASES OF THE JOINT USAGE OF SURFACE AND GROUND WATER IN THE PAKHRA RIVER BASIN

The joint use of surface and ground water in the Pakhra river basin in low-water years for water supply of the Podolsk district of the Moscow region is considered. There are determined deficits of the guaranteed water yield, duration of deficits, maximum monthly deficits, months of deficit, ranges of changes in the depth of reduction of the guaranteed water yield for 1925/26-1992/93 in the usual regime of operation of the Podolsk water storage pond and under the joint use of surface and ground water. There are determined characteristics of water provision and reliability of water yield: provision according to a number of regular years, duration of regular periods, volume of the supplied water to the consumer. It is proposed to complete construction of the Podolsk water storage pond, to lay additional underground water intakes near the Pakhra river as well as to use the existing water intake units to replenish deficits of the guaranteed water yield of the Podolsk water storage pond. As the calculations show, the total volume of the operational groundwater reserves in the Podolsk district of the Moscow region – 307426 m³/day (9.53 million m³ per month) should be enough to cover the maximum monthly deficit equal to 8.42 million m³ provided commissioning of additional wells. The joint use of surface and groundwater water for water supply increases the guaranteed water yield of the Podolsk water storage pond while maintaining the required indices of reliability and availability of the guaranteed water yield without increasing the regulatory volume of the reservoir.

Joint use of surface and ground water, operational water reserves, deficit of guaranteed water yield, depth of reduction of guaranteed water yield, characteristics of provision and reliability of water yield.

References

1. Kovalevsky V.S. Kombinirovannoe ispolzovanie resursov poverhnostnyh i podzemnyh vod. – М.: Nauchny mir. 2001-332 s.

2. Klepov V.I., Umansky P.M. Osobennosti funktsionirovaniya sistemy vodohranilishch

v basseine reki Pahry. // Prirodoobustroistvo. – 2018. – № 2. – S. 29-33.

3. Velikanov A.L., Klepov V.I., Min-kin E.L. Sovmestnoe ispolzovanie poverhnostnyh i podzemnyh vod v Moskovskoj aglomeratsii pri sovremennyh ekologicheskikh

trebovaniyah. // Vodnye resursy. – 1994. – Т. 21. № 6. – С. 711-714.

4. **Kozak N.S.** Obosnovanie forsirovannogo rezhima ekspluatatsii podzemnykh vod v malovodnye periody pri ih sovместном ispolzovanii s poverhnostnymi vodami dlya vodosnabzheniya g. Vladivostok. Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoj stepeni kand. geol. – min. nauk. – М.: 2014. – 33 s.

5. Vodnye resursy i kachestvo vod: sostoyanie i problem upravleniya. – М.: RASHN, 2010. – С. 146-167.

6. Otchet po teme: Pereotsenka ekspluatatsionnykh zapasov presnykh vod dlya vodosnabzheniya naseleniya i predpriyatij Podolskogo rajona Moskovskoj oblasti po sostoyaniyu na 01.01.2005 g. – Moskva, 2005 g. – Gos. Reg. nomer 34-03-93/1.

The material was received at the editorial office
12.01.2019 g.

Information about the authors

Klepov Vladimir Iljich, doctor of technical sciences, professor of the department of hydrology, hydrogeology and flow regulation, FSBEI HE RGAU-MSHA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, ul. Pryanishnikova, d. 19, e-mail: viklepov@rambler.ru

Umansky Petr Mihailovich, senior lecturer of the department «Technical operation, technological machinery and equipment of environmental engineering» FSBEI HE RGAU-MSHA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, ul. B. Akademicheskaya, 44, e-mail: UmPM@rambler.ru

УДК 502/504:628.146

М.Г. МХИТАРЯН, А.В. ДАНИЛИНА, Н.Г. КОЧЕТОВА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

ВОПРОСЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ КАМЕР НА МАГИСТРАЛЯХ СЕТИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ СТЕСНЕННОЙ ЗАСТРОЙКИ

Интенсивное развитие и освоение новых городских и сельских территорий, увеличение плотности застройки, необходимость реконструкции и реновации в уже существующей жилой застройке, а также ужесточение требований безопасности (в том числе пожарной) и рост благоустройства вызывают увеличение количества инженерных коммуникаций, таких как водопровод и канализация, и повышают требования к их пропускной способности. Это также влечет за собой необходимость их более компактного размещения без ущерба организации строительства и эксплуатационным показателям. В настоящее время в условиях стесненной городской застройки под строящиеся инженерные сети отводится все меньше места, что приводит к целому ряду трудностей. Необходимо разместить инженерные сети в соответствии с нормативными требованиями относительно сооружений, а также расположить их между собой «в свету» (по горизонтали), применяя необходимые мероприятия по защите трубопроводов от внешних статических и динамических нагрузок. Если задача расположения инженерных сетей относительно друг друга не представляет собой проблему, то зачастую расположение технических конструкций типа водопроводных камер больших размеров крайне проблематично. За счет фасонных частей, запорной и регулирующей арматуры, установки вантузов, спусков, пожарных гидрантов, монтажных вставок, анкерных креплений и других элементов, а также при строгом соблюдении нормативных расстояний от краев раструбов, фланцев и т.д. до внутренних стен камеры, формы водопроводных камер могут варьировать от круглого двухметрового колодца до прямоугольной камеры размером 6х5 м и более. На практике случается так, что при подборе типовой камеры по существующим альбомам, не удается подобрать камеру подходящего размера и соблюсти все расстояния. Чаще всего камера оказывается больше необходимого размера на 0,5-1 м. По этой причине приходится искать альтернативные пути решения проблемы, частично или полностью отходя от типовых её решений.

Водоснабжение, водопроводный колодец, камеры, магистральная сеть, наружные сети