

типа / В. Д. Ющенко, Е. С. Велюго, Т. В. Козицин, К. Г. Петренко // Развитие инженерно-технических методов природообустройства и водопользования: сборник научных трудов. – Калининград, 2018 – с. 98–108.

4. Рашкевич, Е. И. Основные технологические решения вариантов водоподготовки для небольших объектов водоснабжения / Е. И. Рашкевич, В. Д. Ющенко, Е. С. Велюго // Региональные проблемы природно-техногенных систем: сб. науч. трудов. – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2020 – С. 74–85.

УДК 628.11

### **Совершенствование системы водоснабжения города Самарканд**

Якубов К. А.

Самаркандский государственный  
архитектурно-строительный институт  
Самарканд, Республика Узбекистан

*В статье приводятся материалы исследования существующей системы водоснабжения г. Самарканд, проведен анализ возможных вариантов водозаборных сооружений, а также обоснование самотечной системы водообеспечения г. Самарканда.*

Город Самарканд расположен в центральной части Республики Узбекистан в центре Зеравшанской долины на левом берегу р. Заравшан и является административным, культурным и туристическим центром Самаркандской области. Численность населения города на 1 января 2022 г. с прилегающим к городу сельским населением, получающим воду из городской сети, составляет 550 тыс человек. С учетом перспективного развития города, количество жителей к 2030 году составит 1,0 млн человек.

Климат г. Самарканда резко континентальный. Температурный режим характеризуется сравнительно высокими показателями. Максимальная температура 45°C отмечается в июле, а минимальная, минус 24°C – в январе. Среднегодовая температура воздуха – 12–14 °С. Рельеф территории г. Самарканда понижается с юго-востока на северо-запад. Абсолютные отметки изменяются от 750 м на юго-востоке до 650 м – на севере и северо-западе (рис.).

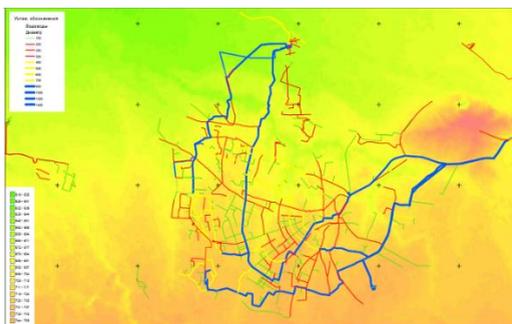


Рис. Схема сетей водоснабжения г. Самарканд с рельефом

Восточная часть города отличается большой расчлененностью рельефа в связи с наличием естественных водотоков с крутыми обрывистыми берегами.

Застройка города смешанная: многоэтажная, одноэтажная и индивидуальная с приусадебными участками. Многоэтажная застройка располагается в основном в западной части города в районах улиц Гагарина и Нарпайской (жилой район Согдиана), микрорайонах «А» и «Б», а также в юго-западной части города (жилой район «Саттепо»). В последние годы на карте города появились новый жилой микрорайон Карасув и деловой туристический центр «Самарканд-Сити».

По геологическому строению район города сложен лессовидными суглинками, переслаивающимися линзами песка и гравия мощностью от 2 до 40 м. Грунты по всей территории города разнообразны по степени проницаемости. По сейсмическому районированию территория города относится к 8-ми бальной зоне. Грунтовые воды залегают в основном на глубине более 10–20 м. Питание грунтовых вод происходит за счет подземного притока со стороны р. Заравшан и р. Карадарья, а также за счет инфильтрации вод орошения и атмосферных осадков.

Основной водной артерией района г. Самарканда является р. Заравшан. Из нее берут начало крупные оросительные каналы: Даргом, Туятартар, Булунгур и др. Основными водозаборными сооружениями хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Самарканда являются водозаборы: Чупаната, Дагбит, Багибаланд, Фарход, Хишрав и Химики. Основным источником формирования запасов подземных вод для водозаборов Чупаната, Дагбит, Багибаланд и Фарход является река Зерафшан. В восточной стороне Самарканда река Зерафшан делится на два притока: Акдарья и Карадарья. Во-

дозаборные сооружения расположены на расстоянии 4–8 км от города в пойме реки Зеравшан.

Примерно 300 000 м<sup>3</sup>/сут воды г. Самарканд получает от водозаборов Чупаната и Дагбит. Согласно геологической структуре, Самарканд расположен на плодородной земле. Согласно рельефу, структура меняется. Уровень подземных вод обычно находится на глубине 10–20 м. Подземная вода на территории водозаборов обычно поддерживается количеством атмосферных осадков, реками Зарафшан, Карадарья и Акдарья, а также ирригационными каналами.

Нынешняя численность населения города и поселков составляет приблизительно 550 тыс человек (январь 2022 г.) согласно сведениям, предоставленным статистический управлением Самарканда. Общее прогнозируемое население города и поселков, а также соответствующее среднее водопотребление, показаны в табл.

Таблица

Оценка населения численности и водопотребления [1]

Годы	Оценка численности населения (статистическое управление)	Прогнозируемое среднее водопотребление (м <sup>3</sup> /сут · чел.)
2010	496 000	300
2015	527 000	276
2020	559 000	250
2025	590 500	230
2030	1 000 000	215

Рельеф территории г. Самарканда – резко выраженный, с явным уклоном с юго-востока на северо-запад. Перепад высот при этом составляют около 100 м.

Водоснабжение города Самарканда всецело базируется на подземных водах долины р. Зеравшан. Обеспечение питьевой водой города Самарканд осуществляется в основном за счет инфильтрационных подземных вод. Основные водозаборы «Чупан-Ата» и «Дагбит» расположены в пойме реки Зарафшан. Из-за сложности географического рельефа города вода подается тремя и четырьмя подъемами.

Сначала вода из скважин подается в резервуары чистой воды водозаборных сооружений, там же обеззараживается (хлорируется) и далее насосными станциями второго подъема подается в город. В городе расположен один распределительный узел Мульон и 6 станций подкачек. В го-

роде функционируют также три малых водозаборных сооружения. Основные показатели качества воды на водозаборах соответствуют ГОСТ [2].

Следует отметить резкие колебания как расхода, так и уровня воды в реке Зарафшан, связанные с сезонностью таяния ледников, что оказывает влияние на работу водозаборных сооружений. Понижение уровня воды за месяцы с марта по июнь резко снижает приток инфильтрационных вод к скважинам. Поэтому в эти периоды из-за низкого дебита предприятие вынуждено включать в работу большее количество скважин. Это приводит к соответствующему увеличению энергопотребления и себестоимости воды.

Основными водопотребителями являются: население, промышленные предприятия, организации, учреждения, общественные и коммунальные объекты. Кроме того, вода расходуется частично на полив зеленых насаждений города, противопожарные и прочие нужды города.

Застройка города смешанная: многоэтажная, одноэтажная и индивидуальная с приусадебными участками. Многоэтажные застройки располагаются в основном в западной части города в районах по ул. Гагарина и Нарпайская, микрорайоне Согдиана, микрорайонах «А» и «Б», а также в юго-западной части города – жилком районе «Саттепо». Эти микрорайоны застроены, в основном, 6–9-этажными зданиями. Данные жилые массивы (примерно 35 % населения) получают воду по графику в течении 8 часов (по 4 часа утром и вечером). Причиной тому является сложный рельеф и большая удаленность точек водоразбора. По отношению к водозаборам, диктующие точки находятся на удалении 16–18 км, и геодезически они выше на 70–100 м. Другой важной причиной являются высокие водоразборы на магистральных линиях частными домами для полива садов и огородов. Это приводит к существенному снижению давления в сети. Центральная часть города имеет здания высотой в 4–5 этажей, но большая часть территории города застроена одно- и двухэтажными индивидуальными домами [3].

Согласно действующему Правилу, оплата за электроэнергию осуществляется по одно- и двуставочному тарифам. Оплата по одноставочному тарифу производится по показаниям счетчика. Двуставочный тариф применяется при установленной мощности более 750 кВА, и оплата по нему производится по максимальным показаниям счетчиков. К таким объектам относятся водозаборные сооружения Чупан Ата, Дагбит, распределительный узел Мульон, которые потребляют 95 % электроэнергии. Оплата по двуставочному тарифу действует в часы максимального потребления электроэнергии, которые, к сожалению, совпадают с часами максимального потребления воды. Экономический анализ 2017 и 2018 годов показал, что удельные расходы электроэнергии в среднем составили 0,91 и 0,87 кВт/м<sup>3</sup>.

Было исследовано существующее и предполагаемое развитие города до 2030 г. Были изучены три варианта с целью определить предпочтительный, обеспечивающий среднесуточный расход 205 100 м<sup>3</sup>/сут водой из водозаборов Дагбит, Чупан-Ата, Богибаланд, Хишрау, Кимегорлар (Химики 28 и 29) и Фархад, и проведено сравнение с технической, экономической, эксплуатационной и природоохранной точки зрения.

По Варианту I вода расходом 131 180 м<sup>3</sup>/сут (максимальное суточное потребление) будет подаваться из водозабора Дагбит насосной станцией второго подъема в СП Гагарина и Микрорайон по водоводам с номинальным диаметром 1000/800 мм соответственно; тогда как вода расходом 125 955 м<sup>3</sup>/сут будет подаваться из водозабора Чупан-Ата насосной станцией второго подъема в городскую сеть и в УРВ «Мульон» по водоводам с номинальным диаметром 1000/ 800 мм соответственно. Точно так же вода объемом 18 655 м<sup>3</sup>/сут будет подаваться из других водозаборов в прилегающие поселки. Общий суточный расход города и прилегающих поселков составит 275 790 м<sup>3</sup>/сут.

По варианту II вода расходом 57 085 м<sup>3</sup>/сут будет подаваться из водозабора Дагбит насосной станцией второго подъема по водоводам с номинальным диаметром 1000/800 мм, ведущим в СП Гагарина и Микрорайон соответственно; тогда как вода объемом 200 046 м<sup>3</sup>/сут будет подаваться из водозабора Чупан-Ата насосной станцией второго подъема по водоводам с диаметром 1000/1200 мм, ведущим в городскую сеть и УРВ «Мульон» соответственно. Точно так же вода в объеме 18 655 м<sup>3</sup>/сут будет подаваться из других водозаборов в прилегающие поселки. Общий суточный расход города и прилегающих поселков составит 275 790 м<sup>3</sup>/сут.

По варианту III вода объемом 62 040 м<sup>3</sup>/сут будет подаваться из водозабора Дагбит насосной станцией второго подъема по водоводам с номинальным диаметром 1000/800 мм, ведущим соответственно в микрорайоны и в пос. Богибаланд по двум водоводам диаметром по 300 мм; тогда как вода расходом 200 046 м<sup>3</sup>/сут будет поступать из водозабора Чупан-Ата насосной станцией второго подъема по водоводам диаметром 1000/1200 мм, ведущим в городскую сеть и УРВ «Мульон» соответственно. Точно так же вода в объеме 13 900 м<sup>3</sup>/сут будет подаваться из других водозаборов в прилегающие поселки. Общий суточный расход города и прилегающих поселков составит 275 790 м<sup>3</sup>/сут.

Из анализа видно, что несмотря на огромные затраты по реконструкции системы водоснабжения, бесперебойность подачи воды потребителям так и не достигнута. Необходимость многократной перекачки воды увеличивает затраты электроэнергии и снижает экономические показатели предприятия.

Была проанализирована также перспектива развития системы водоснабжения города Самарканд, которая заключается в организации обеспечения водой через водозаборные сооружения, расположенные в верховьях р. Зарафшан рядом с населенным пунктом Чубот. Это позволит обеспечить бесперебойную подачу воды населению при помощи самотечных линий, без существенных энергозатрат. Геодезическая отметка этого места составляет 847 м выше уровня моря. Расстояние до распределительного узла Мульон по трассе водовода составляет около 40 км. Предлагается строительство трубчатого горизонтального инфильтрационного водозаборного сооружения, где перфорированные трубы будут находиться вдоль реки на глубине 7–8 м. По перфорированным трубам вода будет собираться в водосборный колодец и по самотечной линии направляться в город. Предполагается строительство 2 самотечных линий диаметром 1200–1400 мм.

1. При расходе 1380 л/с (часовой расход 4970 м<sup>3</sup>/ч) потери напора в самотечных линиях составят:  $H = (0,58 \cdot 46) \cdot 1,1 = 29,4$  м, при этом свободный напор в конечной точке, на распределительном узле Мульон составит 64,6 м.

2. При необходимости увеличения расхода до 2460 л/с потери напора в самотечных линиях составят:  $H = (1,76 \cdot 40) \cdot 1,1 = 77,4$  м, тогда свободный напор в конечной точке, на распределительном узле Мульон составит 16,6 м.

При подаче воды непосредственно из самотечных линий в транзитный водовод Фирдавсий-Гормолзавод остаточный напор составит 64,7 м.

Свободный напор в массиве Саттепо составит 44,7 м.

Для обеспечения микрорайона и жилого массива Согдиана требуется строительства транзитного водовода диаметром 1000 мм. Тогда напор в диктующей точке (район СП-3 и СП-6) без попутного водоразбора составит 58,9 м.

Свободный напор с районе СП «Октябрьская» без попутного водоразбора составит 51,3 м.

Напор в наиболее удаленной точке в массиве Хазора без попутного водоразбора составит 49,1 м.

Реализация данного варианта обеспечения бесперебойного водоснабжения города требует определенных материальных затрат и может явиться продолжением начатого ранее проекта «Улучшение водоснабжения городов Самарканд и Бухара».

Внедрение данного Проекта позволит обеспечить водой всех потребителей города Самарканд в необходимых количествах и под нужным напором круглосуточно, так как забор воды, ее транспортировка будет осуществляться самотеком, без насосного оборудования и, как следствие, без потребления электроэнергии, а небольшое потребление электроэнергии

будет иметь место исключительно для работы сигнализации, автоматики и освещения территории. Строительство самотечного водовода от населенного пункта Чубот до города позволит обеспечить население, проживающее вдоль трассы водовода, чистой питьевой водой.

Таким образом, осуществление данного проекта позволит более эффективно использовать ранее установленное оборудование и сети, обеспечить выполнение одного из основных индикаторов, а именно «Бесперебойность» для всех потребителей, независимо от их месторасположения. Внедрение предлагаемой системы водообеспечения резко повысит надежность системы, а также экономические показатели в целом.

### **Литература**

1. ШНК 2.04.02-2019. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Министерство строительства Республики Узбекистан. Ташкент, 2019. – 250 с.

2. ГОСТ Уз. 950:2011. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль качества. Узбекское агентство стандартизации, метрологии и сертификации. – Ташкент, 2011. –16 с.

3. Проект водоснабжения города Самарканд. Техничко-экономическое обоснование. Док. 2: часть 1. Базовые данные. ООО «Узбеккоммуналлойтихакурилиш» (Узбекистан) январь 2007.

УДК 548.56

### **Усовершенствованная технология деминерализации вод**

Мурадов Ш. О., Тураев У. М.

Каршинский инженерно-экономический институт  
Карши, Республика Узбекистан

*Приводится анализ водных ресурсов Узбекистана. Как дополнительный ресурс, на основе анализа существующих технологий опреснений вод предлагается разработанный эколого-экономичный и малознергоемкий способ деминерализации морских, коллекторно-дренажных, подземных и озерных вод. Обоснована газогидратная технология с использованием безопасного газа.*

Проблема нарастающего дефицита пресной воды признана мировой проблемой. Этот дефицит может быть покрыт утилизацией соленых вод путем деминерализации.

Около 40 % воды в Центрально-Азиатском регионе, отбираемой из источников, участвует в формировании дренажно-сбросных вод. В постанов-