



Указ Екатерины II

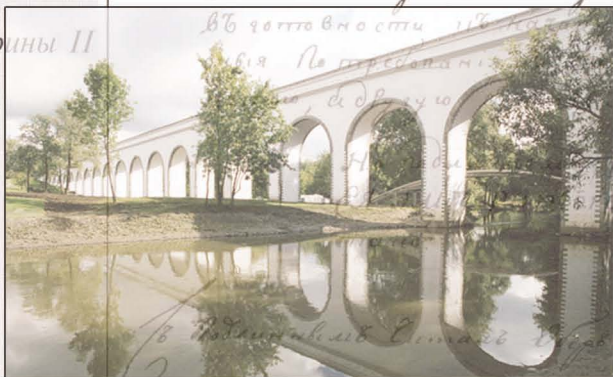
указъ нашей штатсб канторъ *Копія*

Ю.В. ВОРОНОВ

Е.А. ПУГАЧЕВ

указаъ нашимъ известъ въ дѣйство водянбля работн для пользы престоьнаго НАШЕГО города Москвы повелывася штатсб канторъ поназначеную посматьть Ею на то сумму Миліонъ сто тысячъ Рублей отпустить такимъ образомъ, въ нынѣшнемъ году пятьдесятъ тысячъ, въ 1780, 1781, 1782, 1783, и 1784 въ наждель посту по пятьдесятъ тысячъ, въ 1785, 1786 и 1787 годахъ посту тысячъ Рублей, имѣя тѣ денбчи въ готовности въ казны на годоза года и выдавая половину медною монетами ассигнаціями

Подписано Собственнаго величества Рукою
Екатерины
Квартиръ Мейстръ



ИСТОРИЯ ОТРАСЛИ И ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ «ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ»



Ю.В. Воронов, Е.А. Пугачев

**ИСТОРИЯ ОТРАСЛИ И ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ
«ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ»**

Под общей редакцией
проф, д.т.н. Ю.В. Воронова

Рекомендовано Учебно-методической комиссией по специальности
«Водоснабжение и водоотведение» учебно-методического объединения вузов РФ
по образованию в области строительства в учебника для бакалавров, магистров
по специальности «Водоснабжение и водоотведение» направления
«Строительство»

Издание второе переработанное и дополненное



Издательство АСВ
Москва
2012

Рецензенты:

зав. каф. «Водоотведения и экологии» Санкт-Петербургского Государственного
Архитектурно-Строительного Университета, проф., д.т.н. *М.И. Алексеев*;

зав. каф. «Водоснабжение и водоотведение» Вологодского Государственного
Технического Университета, проф., д.т.н. *Л.И. Соколов*.

Воронов Ю.В., Пугачев Е.А.

История отрасли и введение в специальность «Водоснабжение и водоотведение»:
Учебник. – М.: Издательство АСВ, 2012, – 392 с.

ISBN 978-593093-562-2

В учебнике представлены основные сведения по мировой истории развития систем водоснабжения и водоотведения от древнего мира до нового времени; рассмотрены исторические этапы развития водоснабжения и водоотведения в России и стратегия модернизации этих систем. Приведены примеры развития водного хозяйства в ряде городов Российской Федерации. Представлены материалы по общим свойствам воды и водоемов.

ISBN 978-593093-562-2

© Воронов Ю.В., Пугачев Е.А., 2012
© Издательство АСВ, 2012

ПРЕДИСЛОВИЕ

Основной целью учебника является систематизирование и изложение вопросов, связанных с историей зарождения, становления, развития водоснабжения и водоотведения.

Развитие водоснабжения и водоотведения населенных мест прошло несколько этапов. Самый ранний этап – от древнейших времен до начала средних веков, примерно до конца V в. н.э., когда в Европе происходила деградация Римской империи, и зарождались элементы феодализма. Удачные технические решения, передававшиеся от поколения к поколению, и накопленные в результате многовекового опыта, позволяли во времена, когда не было закономерностей и математических формул, принимать правильные решения в сложной и важной водохозяйственной отрасли. Дальнейший опыт позволял исправлять ошибочные решения. В учебнике рассмотрены достижения и заслуги известных строителей, великих ученых и новаторов техники разных стран мира. Второй этап – это Средние века с VI до XVII вв. Третий этап – это Новое время (XVII–XX вв.), когда произошла Английская буржуазная революция и начался интенсивный рост промышленности. Руководствуясь современными тенденциями развития технического образования, авторы рассматривали историю науки и техники во взаимосвязи с общечеловеческой историей, культурой и искусством.

Учебник написан в соответствии с программой дисциплины история отрасли и введение в специальность «Водоснабжения и водоотведения».

Предисловие, введение и заключение написаны проф., д.т.н. Вороновым Ю.В.; им же осуществлена общая редакция учебника. Остальные разделы учебника написаны проф., д.т.н. Вороновым Ю.В. совместно с проф., к.т.н. Пугачевым Е.А. В написании отдельных глав учебника принимали участие: проф., д.т.н. Дикаревский В.С. (2.3.2); проф., к.т.н. Храменков С.В. (2.3.4; 3.1.1; 6.1.1); инж. Пахомов А.Н. (2.3.4); проф., к.т.н. Сомов М.А. (3.1.1); проф., д.т.н. Кармазинов Ф.В. и проф., д.т.н. Алексеев М.И. (3.2.1; 6.2.1); проф., д.т.н. Найденко В.В., проф., к.т.н. Горбачев Е.А. (3.3; 6.3); проф., д.т.н. Щербаков В.И. (3.4; 6.4); проф., д.т.н. Соколов Л.И. и доц., к.т.н. Гудков А.Г. (3.6; 6.6); проф., д.т.н. Стрелков А.К. (3.8; 6.8). Составление персоналия выполнено с участием ст. преп. Попкова А.Г.

Авторы благодарят за ценные советы и пожелания при создании учебника проф., д.т.н. Порядина А.Ф.; проф., д.т.н. Лукиных Н.А.; д.т.н. Залетову Н.А.; проф., д.т.н. Пупырева Е.И.; проф., д.т.н. Примина О.Г.; проф., к.т.н. Исаева В.Н.

Авторам особо хочется поблагодарить руководство и коллективы Водоканалов и кафедр водоснабжения и водоотведения вузов городов Москвы, Санкт-Петербурга, Нижнего Новгорода, Воронежа и др. городов за создание уникальных юбилейных изданий по специальности: к 100-летию Московской канали-

зации (1998 г.); 200-летию Московского водопровода (1999, 2006 г.г.); 110-лет Канализация Москвы.: десять лет в новом веке (2008); 300-летию Санкт-Петербурга (2002, 2003 г.г.); Великой Волге на рубеже тысячелетий (в 2-х томах – 2003 г.); 200-летию Мытищинского Екатириининского водопровода; 100-летию Вятского (Кировского) водопровода; 90-летию Подольского водоканала; 70-летию Воронежского ГАСУ (2000 г.); 65-летию МосводоканалНиипроекта (2004 г.). Авторы высоко оценивают и тот труд, который вложили руководители и коллективы создававшие истории развития крупнейших в мире комплексов по очистке природных и сточных вод (Курьяновская и Люберецкая станции аэрации; Рублевская, Восточная, Северная и Западная водопроводные станции; Зеленоградский водоканал). Необходимо отметить исторические справки, материалы, иллюстрации, предоставленные авторам учебника Водоканалами, руководством и коллективами кафедр строительных и технических вузов городов Воронежа, Волгограда, Вологды, Новосибирска, Самары, Кирова, Мытищ, Подольска, Щелково и др.

Без активной помощи сотрудников Мосводоканала: Фомушкина В.П.; Алексеевой Г.К.; Карпова В.Н.; Барановской Ж.Н.; Дивавина Н.Г.; Мальцева А.Ю.; Чешля И.В.; Ровченя Е.Ю, вряд ли получилось бы такое богато иллюстрированное учебное пособие.

В создании учебника принимали участие сотрудники кафедры Водоотведения МГСУ: проф., к.т.н. Саломеев В.П.; проф., к.т.н. Журов В.Н., доц., к.т.н. Викулина В.Б.; проф., к.т.н. Гогина Е.С.; ст. н. сотр. Круглова И.С.; инженеры Ананьева М.Н., Бурлакова О.Е., Побегайло Ю.П.

Авторы выражают глубокую признательность коллективам кафедры водоотведения и экологии Санкт-Петербургского Государственного Архитектурно Строительного Университета (заведующий кафедрой доктор технических наук, профессор М.И. Алексеев) и кафедры водоснабжения и водоотведения Вологодского Государственного Технического Университета (заведующий кафедрой доктор технических наук, профессор Л.И. Соколов) за замечания и ценные советы, сделанные при рецензировании рукописи учебника.

Любые критические замечания, пожелания и советы будут приняты с благодарностью и их просим направлять по адресу: 129337 Москва, Ярославское шоссе, 26, «Издательство АСВ» (комн. 511).

ВВЕДЕНИЕ

В окружающей природной среде постоянно происходит обмен веществ. Всякое потребление вещества в живой природе влечет за собой образование отходов. Человек не представляет в этом смысле какого – либо исключения. В результате его жизнедеятельности во все времена также потреблялись природные ресурсы, образовывались отходы, возникающие частично вследствие биологических процессов, а частично в результате производственной и сельскохозяйственной деятельности. В доисторические времена потребление природных ресурсов, удаление отходов и отбросов не вызывало существенных затруднений, так как человек находился в условиях нетронутой природы, которая избавляла его от всех хлопот при решении данной проблемы. Лишь когда люди стали объединяться в большие общины, возникла необходимость создания специальных сооружений и устройств, предназначенных для быстрого и полного удаления отходов от жилых мест. В доисторическое время жители древних цивилизаций ясно осознавали влияние качества воды на их здоровье.

История развития водоснабжения и водоотведения вызывает все больший интерес исследователей и специалистов. Обобщение исторических решений водных проблем позволяет получить важную информацию об этапах развития водоснабжения и водоотведения с древних времен и до настоящих дней. Примеры развития водоснабжения и водоотведения отдельных объектов и крупных городов мира показывают целесообразность применения в современных условиях технических средств и технологий, обеспечивающих рациональное использование природных ресурсов и надежную защиту окружающей природной среды.

Важным историческим опытом является эффективное использование сточных вод для орошения земли с целью повышения ее плодородия. Сегодня трудно себе представить санитарное и эпидемиологическое благополучие многомиллионных городов и отдельных малонаселенных мест без хорошо организованной системы водоснабжения и водоотведения. Когда стали возникать большие сообщества, стала повышаться эффективность производственной и сельскохозяйственной деятельности, влияние постоянно проживающего населения на одном месте стало заметно возрастать. Неорганизованное депонирование бытовых, фекальных и производственных отходов способствовало миграции вредных компонентов в окружающую среду с потоком подземных вод. В зависимости от вида грунта скорость движения подземных вод с загрязняющим компонентом составляла от 0,02 м/год в глинистых грунтах до 0,3 м/год в песчаных грунтах, что естественно ухудшало санитарное состояние селитебных мест и отрицательно влияло на здоровье населения. Исторический опыт показывает, что при высокой плотности населения возникает необходимость содержать в чистоте место обитания и создавать специальные устройства, предназначенные для быстрого и полного удаления отходов различного происхожде-

ния от населенных мест. Наиболее важным опытом является история развития водоснабжения и водоотведения как крупных городов мира, так и малых населенных пунктов.

Необходимо также обратить внимание читателя на использование при написании учебника терминов «**водоотведение**» и «**канализация**». По существу это синонимы, хотя второе из них несколько расширяет область применения (например, телефонная канализация). Причиной изменения ранее использовавшегося термина «**канализация**» в названиях специальности, учебных планов, дисциплин, учебников и учебно-методических пособий, кафедр и факультетов послужил утвержденный в 1994г. Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования, согласно которому две существовавшие в те годы специальности были объединены в одну, получившую наименование «Водоснабжение и водоотведение». В то же время термин «канализация» сохранился и используется в названиях научно-исследовательских, проектных, строительных и эксплуатационных организаций водохозяйственного комплекса России (например, Водоканалы); в названиях лабораторий, отделов; научной, нормативной и регламентирующей литературе; в названиях журналов, газет, статей, докладов и др.

РАЗДЕЛ 1. ВОДОСНАБЖЕНИЕ

ГЛАВА 1. МИРОВАЯ ИСТОРИЯ

1.1 Древний мир

Высокий уровень инженерных технологий древних цивилизаций способствовал созданию обширных систем водоснабжения, различных каналов и дамб. Трудно представить Египет или Израиль без цветущих садов, Грецию без бассейнов, Рим без бань и фонтанов. Но все это было бы невозможно без организованного водоснабжения. Древние цивилизации оставили интересные памятники водных искусств. К таким памятникам относятся древние системы водоснабжения и водоотведения городов, сооружения каналов, плотин, бассейнов, бань и фонтанов. История водопровода насчитывает несколько тысячелетий. На протяжении от IV до I тыс. до н.э. с возникновением городов в Вавилоне и Египте постепенно усложняется ирригационная система: прокладываются каналы, создаются плотины, насыпаются дамбы, регулируется режим рек. Сложная система каналов использовалась для осушения болот, орошения полей, предохранения от наводнений, водоснабжения городов и для судоходства.

В истории целых народов значительная роль принадлежит рекам. Очаги высокой культуры возникли в глубокой древности в долине Нила, в нижнем течении Тигра и Евфрата, в бассейне Инда, на берегах рек Янцзы и Хуанхэ, Амударьи и Сырдарьи. Не случайно древнейшие цивилизации мира – египетскую, шумерскую, харапскую и т.д. - называют речными цивилизациями. Своим расцветом многие древние цивилизации и государства в значительной степени были обязаны умению народов использовать (поднимать, отводить, распределять и т.д.) поверхностные воды (а позднее и подземные) и, прежде всего воды рек для орошения полей и водоснабжения городов. На протяжении многих веков в устройстве подъемных механизмов основную роль играли простые машины: рычаг, колесо, блок, ворот, винт, наклонная плоскость. Водоводы сооружались по принципу самотека. Общеизвестно, что первые поселения людей возникали в непосредственной близости от водоисточников, но на возвышенных местах, поэтому с древних времен возникала проблема подъема воды из глубоких колодцев и пониженных мест, где естественным образом скапливалась вода.

Уже с IV тыс. лет до н.э. в долине Нила (Египет) и в междуречье Евфрата и Тигра (южной части Месопотамии) естественное орошение ежегодными разливами рек постепенно стало регулироваться различного рода водозадерживающими, водоподъемными и водоотводящими сооружениями.

К 2500 г. до н.э. в Египте было известно искусство сооружения глубоких копаных колодцев глубиной до 100 м. Египтянам было знакомо употребление гончарных и свинцовых водопроводных труб. Нельзя не отметить самотечный водовод на острове Крит (2200 г. до н.э.), обеспечивающий подачу родниковой воды в Кносский дворец. Позднее, с завоеванием Египта греками, последними были использованы для орошения архимедов винт и другие простейшие механизмы: Архимед Сиракузский (287–212 гг. до н.э.) создал подъемник, так называемый архимедов винт; Ктезибий (II в. до н.э.) изобрел во-

дяной насос. В дальнейшем эти механизмы нашли свое применение в ирригационных системах Греции, Рима и т.д.

После падения Ассирии – Вавилонии и Египта оформилась новая более поздняя культура – сначала Финикия (XVII – VII вв. до н.э.), затем античной Греции (XVII – VII вв. до н.э.), Рима (I в. до н.э. – V в. н.э.) и, наконец Византии (V – XIII вв. н.э.) и Киевской Руси (IX – XIII вв. н.э.). Финикийцы значительно усовершенствовали технику городского водоснабжения. Особенно интересны водопроводные сооружения городов Тира и Карфагена, основанные на каптаже восходящих ключей. В Тире вода в каптажных сооружениях поднималась на 4 – 6 м над поверхностью земли: переливаясь через край и падая, она приводила в движение несколько мельниц, а затем отводилась сетью открытых и подземных галерей и трубопроводов к городским домам и садам. Один из трубопроводов был проведен даже на остров по дну морского пролива.

В долинах рек Амударьи и Сырдарьи, в древнем Хорезме, более 2000 лет назад также возникло поливное ирригационное земледелие: построены каналы, водопроводы, кяризы, чигири и т.д. С VII в. н.э., во времена арабского халифата, продолжали функционировать древние и строились новые кяризы, водопроводы (протяженностью до 20 км). На реках и каналах в средние века были сооружены многочисленные ирригационные сооружения – плотины, вододелители, акведуки. Наряду с системой каналов здесь создавалась сложная система кяризов. Эти кяризы местами были снабжены «дулябами» – приспособлениями для поднятия воды. Кяризы иногда имели длину более 10 км. По записям китайского путешественника XIII в. Чан Чуня, посетившего Среднюю Азию, способы добычи воды, например, в окрестностях Самарканда, были совершенными для того времени: глубина колодцев на равнинах достигала 30 м, воду доставали при помощи ворота. Некоторые кяризы до сегодняшнего дня используются на Ближнем Востоке, в Малой и Средней Азии. В Сирии эти подземные водоводы называют канайетами, в Ираке – керизами, в Иране – кансасами или канатами. До сих пор сохранилась древнейшая профессия – кяризник – мастер, восстанавливающий старые разрушенные кяризные линии.

Месопотамия являлась колыбелью расцветающих цивилизаций сменяющих друг друга на протяжении веков особенно в зависимости от меняющихся водных факторов. Из древних водопроводных устройств представляет интерес совершенная система каналов, остатки которой сохранились вблизи города Дизфуль в Иране. В V в. до н.э. в Месопотамии существовала оросительная система с хорошо организованной сетью каналов.

В III в. до н.э. в долине Инда в древнем городе Мохенджо–Даро Пакистана существовали водопроводные сооружения (рис. 1.1). Дома этого города не имели окон и архитектурных украшений, зато имели ваннные комнаты и туалеты с каменными сиденьями и выпусками стоков и даже общественные купальни с бассейнами для омовения простых жителей (рис. 1.2 – 1.4). Питьевая вода добывалась из многочисленных кирпичных колодцев диаметром до 1 м, устроенных в специальных «колодезных комнатах» нижних этажей зданий (рис. 1.5). Колодцы наполнялись из цистерн, собирающих дождевые осадки из грунтовых колодцев (рис. 1.6).

Вавилон – колыбель Земной цивилизации. В Вавилонии в XIX в. до н.э. вода поднималась со значительной глубины при помощи блоков и норий. Для полива висячих садов Семирамиды днем и ночью рабы поднимали воду из Евфрата на высоту 92 м, которая распределялась под напором по металлическим трубам. Там же были обнаружены каналы, выложенные из обожженного кирпича, обмазанные битумом, и остатки трех колодцев.

В III тыс. до н.э. ирригационное земледелие, а затем и городское строительство, а, следовательно, и водоснабжение развивается в Индии (культура Хараппы в долине Инда), Китае (Иньская культура), Средней Азии (культуры Анау I и Анау II), Иране, на Кавказе и в Южной Европе.

В Индии известны остатки сложных водоподъемных сооружений, действующих по принципу блока и рычага (рис. 1.7).

Урарту, располагаемое на территории нынешней Армении, для жизнеобеспечения применяли значительные гидротехнические сооружения. В VIII – VII вв. до н.э. в государстве Урарту были построены гигантские каналы от реки Илдаруни (ныне река Раздан, протекающая через Ереван) до аштакарских и эчмиадзинских угодий, сооружение которых приписывается царице Семираде. Каналы имели водяные мельницы и плотины. Канал Шамирам снабжает до настоящего времени водой город Ван. Урартские города окружались крепостными стенами, имели источники воды, акведуки, туннели, водопроводы, бани, водохранилища. Следы гигантской работы по орошению и водоснабжению древнего государства Урарту (Ванское государство), сохранились и по настоящее время. История Урарту тесно связана с историей древнего Востока – Ассирии, Вавилонии и других рабовладельческих государств. В IX – VIII вв. до н.э. столица государства Урарту – Тушпу на берегу озера Ван – была крупным городом с неприступной крепостью, большими дворцами, храмами, водопроводом и другими сооружениями. Водопровод города Тушпу (или города Ван), сооруженный в 800 г. до н.э., действует и поныне. Он состоит из открытых и подземных водопроводов общей длиной в 70 км.

В Урарту были построены первые канаты – искусственные подземные русла, отводившие самотеком воды источников или водоносных слоев на большие расстояния. Есть упоминание о разрушении царем Саргоном II ирригационной системы канатов города Улху (721 г. до н.э.). Постепенно канаты начали строить в Персии, Египте, Индии.

Израиль известен памятниками инженерного водного искусства. Синноры, или туннели для воды, были известны в Палестине еще ранее 1200 г. до н.э. В Палестине и Сирии города строили на вершинах холмов, у подножия которых протекали источники, где брали воду горожане. Поэтому в периоды войн города были легко уязвимы, ибо неприятелю ничего не стоило отрезать их от воды. Во избежание этого горожане строили подземные туннели с потайным выходом к источнику. Другой конец туннеля находился в пределах города. К туннелю вела шахта со ступеньками. Позднее по дну туннеля стали прокладывать водовод от источника к основанию шахты. На западной окраине Иерусалима сохранился синнор, построенный около 700 г. до н.э. – «Силоамская Купель». Его туннель длиной более 600 м проходил под городской стеной и подавал в город воду из источника Геон.

В Сирии и поныне встречаются водоводы из каменных труб, исправно действующие вот уже свыше двух тысяч лет. Здесь же с незапамятных времен и до наших дней сохранилось водоподъемное устройство – наура, гигантское деревянное колесо диаметром до 22 метров, выполненное без единого железного гвоздя. (Разновидность наура – среднеазиатский чигирь – водоподъемное сооружение, вращающее силой течения реки колесо с лотками или кувшинами).

Столица древнего Израиля расположена на высоте 762 м над уровнем моря. В X в. до н.э. Иерусалим был своеобразной буферной зоной между воюющими Ассирией и

Египтом, а позже оказался под воздействием культуры, распространенной на восток Александром Македонским. К 173 году до н.э. Иерусалим превратился в типичный греческий город, полный гимнастических залов. Затем эту территорию завоевали римляне, и воздвигли величественные сооружения с системой водоснабжения, их обслуживающей. В 70 году н.э. Иерусалим был разрушен. С момента появления город полностью зависел от спрятанных скважин и подземных цистерн. Питаемый подземными водами, Источник Гиона, расположенный на восточном спуске холма Офела в Иерусалиме, был единственным источником воды в этой части города. В зависимости от сезона он обеспечивал город водой хуже или лучше. При помощи Источника Гиона осуществлялась ирригация близлежащих полей и садов по нескольким открытым каналам вдоль русла Кидрона.

Еще в самых древних поселениях на месте Иерусалима городской водопровод начинался за стенами города. Как и другие цивилизации, древние иудеи вынуждены были защитить доступ к воде от врагов, которые могли отрезать водоснабжение города. Существовал туннель, который доставлял воду в город и отводил ее в подземный бассейн, скрывая драгоценный источник. Позволяя пережить возможную осаду города ассирийцами, туннель стал примером небывалого мастерства древних инженеров. Для того чтобы вырыть туннель длиной 233 м в твердом каменном грунте, потребовалось около семи месяцев. Работы велись одновременно с противоположных сторон горы к ее центру для того, чтобы соединить акведуком Вифлеем и Иерусалим. Ориентируясь лишь по трещине от воды, рабочие смогли прорыть туннель шириной примерно 91 см и 91 – 273 см высотой. Во время работ один человек рубил скалу, а другие за его спиной собирали обломки камня в корзины и передавали назад. В месте, где две работавшие с противоположных сторон команды встретились, археологи нашли надпись «день туннеля», в котором «ломтики камня продвигались по направлению друг к другу с каждым взмахом мотыги». Туннель доставлял воду из Источника Гиона к скрытой точке у западной стены Иерусалима.

На протяжении веков Иерусалим был мало населен. Он начал расти во времена библейского царя Давида, сделавшего его столицей своего царства. Ко времени воцарения его сына Соломона в 956 году до н.э. Иерусалим превратился в город с узкими, тесными улочками и просторными помещениями для королевского двора и свиты. Жители древнего Иерусалима сначала пытались прорубить скважину до подземных вод в пределах города, но это им не удалось. Примитивных орудий бронзового века для такого масштабного труда было недостаточно. Поэтому им пришлось копать и в вертикальном, и в горизонтальном направлении, создавая угловатый и темный туннель. Он спускался, окруженный высеченными из камня ступенями, располагавшимися спирально вокруг 13-метровой шахты, и выводил к естественной пещере за стенами города. В дальнем конце пещеры (22,9 м в длину, 7,6 м в высоту и 46 м в ширину) был найден источник, не иссякший до сих пор.

Иудеи были одним из первых народов, религиозные представления которых содержали идеи гигиены и чистоты. Во время религиозных обрядов священнослужители омыли руки и ноги, а также жертву; в обыденной жизни иудеям предписывалось соблюдать личную гигиену. Водоснабжение Иерусалима начало развиваться с древнейших времен. Дренажные системы строились для осуществления стока из домов и с

улиц, в то время как твердые отходы вывозились на телегах через специальные ворота. Храму требовалась особая «чистая вода», поэтому в городе существовали две отдельные системы водоснабжения. Это требовало дополнительных расходов, но древние водопроводчики разработали систему, позволявшую использовать сточную воду. Эта вода поступала по специальным каналам в коллекторы, где она хранилась, а затем использовалась для поливки полей. Любой излишек воды применялся для разведения садов.

Более тщательно разработанные системы водоснабжения были обнаружены в менее крупных городах этого региона. Они включали основную трубу с ответвлениями, ведшими к домам. Во дворе Храма царя Соломона находилось «медное море» и 10 медных умывальниц на подставках. «Море» представляло собой бассейн двухметровой глубины из полированной меди толщиной 7,7 см, 4,6 м в диаметре. Он находился на спинах 12 медных волов, располагавшихся четырьмя группами по трое. Библейские ученые подсчитали, что вес «моря» составлял 33 тонны, однако подтвердить эти данные невозможно. Бассейн был расположен около «Водных ворот» храма и соединялся с системой водоснабжения за пределами комплекса.

Иудейский царь Ирод Великий создал уникальную систему водоснабжения в центре пустыни, превратив вершину Масада (гора, возвышающаяся на 450 м над морем) в крепость с фонтанами и зелеными садами. Обеспечение этой бесплодной земли водой было величайшим достижением инженерной мысли. Два небольших рва располагались в отдалении от крепости. Во время дождей они быстро наполнялись водой. Чтобы удержать воду до необходимого уровня, были построены дамбы. При необходимости они открывались, и вода направлялась по акведукам и каналам к крепости. Ирод также сконструировал сеть резервуаров на вершине крепости и соединил их со стоками. Вся система снабжала водой два больших и пять маленьких дворцов. Северный дворец Ирода делился на три яруса. На римский манер, он включал баню, состоявшую из четырех комнат: горячей комнаты (калдариум), холодной комнаты (фригидариум) с небольшим бассейном с холодной водой, теплой комнаты (тепидариум) и прихожей с раздевалками. Стены были украшены фресками, имитировавшими мрамор и алебастр. Пол в прихожей был отделан мозаикой, позже замененной треугольной плиткой. Калдариум был самой большой комнатой бани. Под ним располагалась парная, пол которой поддерживался 200 небольшими колоннами из кирпича. По пористым глиняным трубам, спрятанным в стенах парной, вверх поднимался горячий воздух, нагнетавшийся в топке, расположенной ниже. Устройство бани напоминало бани в Помпеях и Геркулануме.

После смерти Ирода Масада пришла в запустение и была поглощена пустыней. Во время антиримского восстания в 66 – 73 годах н.э. крепость стала последним оплотом zelотов, спасавшихся бегством от римских солдат. Приготовившись к долгой осаде, они обосновались на склоне, противоположном занимаемому дворцами Ирода. Там они построили свои жилища, а также три бассейна для ритуальных омовений. В соответствии с религиозными предписаниями они могли использовать только дождевую воду. Римская осада длилась почти 3 года, и на протяжении всего этого времени zelоты пользовались системой сбора дождевой воды, сооруженной еще при Ироде. В 73 году н.э. 960 защитников крепости покончили жизнь самоубийством, не сумев отразить штурм 15000 римских солдат.

Водоподъемные устройства

Все древние водоподъемные сооружения были основаны на применении силы человека или животных. Водоподъемные колеса и «архимедовы винты» приводились в действие потоком воды. Недостатком этих сооружений являлись малая производительность и самое главное – малая высота подъема воды. *Водоподъемное колесо* – древнейшее из известных механизмов – могло подавать воду в количестве $8 - 10 \text{ м}^3/\text{ч}$ на высоту 3 – 4 м. Ряд последовательно установленных лопастных водоподъемных колес, приводимых в движение человеческой силой, могли поднимать воду на 10 – 12 м. А так называемые цепные насосы (бесконечные цепочки с прикрепленными ковшами) за 1700 лет до н.э. поднимали воду в Каире из колодца глубиной 91,5 м.

В Древнем Китае для подъема воды из реки использовали достаточно сложный механизм «бесконечная цепь» или «опрокидушка», состоявший из деревянного лотка, устанавливаемого наклонно нижней частью в поток воды. Верхняя часть лотка соединялась с каналом. По лотку двигалась бесконечная цепочка деревянных черпаков, перемещающих воду, как по транспортеру, вверх к каналу. Вверху над лотком устанавливалась вращающаяся ось со штырями по периметру утолщенной оси. *Черпаки*, соединявшиеся деревянной цепочкой, цеплялись за штыри, перемещая всю систему вместе с водой. Привод такого механизма осуществлялся разными способами.

Наиболее древним является устройство, приводимое в действие усилием двух человек, переступающих по четырем рычагам, укрепленным на оси, как по ступеням. При использовании животных (мулов или буйволов) на горизонтальной оси устанавливалось зубчатое деревянное колесо, вращающееся в вертикальной плоскости. В зацеплении с этим колесом находилось аналогичное колесо, установленное на вертикальном столбе, которое и вращалось при помощи животных, ходивших по кругу. Наиболее интересной являлась конструкция, где вместо животных на вертикальном столбе устанавливалось водоналивное колесо, опущенное в речной поток. Энергия реки приводила в движение весь механизм, позволяющий поднимать воду, хотя и на небольшую высоту, но круглосуточно и без использования людей. Такие *водоподъемные устройства* оборудовались навесами, защищающими людей и животных от солнечных лучей и дождей. Для орошения полей применялись водоналивные колеса, использующие энергию потока воды. Колеса, *черпаки* и трубы изготавливались из дерева или бамбука. Многие древние изобретатели пытались создать более совершенный *водоподъемный механизм*. И только за 150 – 200 лет до н.э., согласно *Витрувию*, греку из Александрии *Ктезибию* удалось изобрести нагнетательный насос – «гидравлос». Насос состоял из двух цилиндров, по которым попеременно двигались поршни, воздушного резервуара и системы клапанов.

Китай известен многими достижениями научного значения и грандиозными сооружениями, в том числе и водного искусства. В Древнем Китае в столице царства Шан – городе Инь в XV–XII вв. до н.э. кварталы знати имели водопровод. Вода подавалась из особого водоема по деревянным желобам, закрытым сверху досками и обмазанным в стыках глиной. Вода из глубоких колодцев поднималась черпаками с использованием воротов и блоков. Представляет интерес водоподъемное колесо, сделанное из бамбука, приводимое в движение течением реки. В разных условиях применяли различные устройства (рис. 1.8).

В Китае по рекам Янцзы и Хуанхэ более 2000 лет назад была создана сложная техническая ирригационная система. Китайцы достигли большого искусства в устройстве плотин, каналов и сооружений для подъема воды, в рытье колодцев огромной глубины – до 500 м. Здесь очень рано началось строительство трубчатых артезианских колодцев и бамбуковых водопроводов. Для подачи воды на поля древними китайцами использовалось водоподъемное колесо. Это было простое колесо, построенное из бамбука и приводившееся в движение течением реки; бамбуковые перекладки, соединяющие ободья колеса, служили и лопастями, и черпаками одновременно. При погружении в поток они наполнялись водой, затем, поднимаясь на некоторую высоту, опорожнялись в особый желоб. Из желоба вода текла по каналам и орошала поля. На рубеже III и II вв. до н.э. в Китае был сооружен первый кяриз – захват подземных вод наклонными водосборными галереями, сообщающимися с дневной поверхностью при помощи вертикальных колодцев. Длина отдельных водозаборных каналов достигла нескольких десятков километров. Уже в III в. до н.э. в Китае был известен ударно – канатный способ бурения для получения самоизливающейся воды (названной с XII в. в Западной Европе артезианской).

Егунет – известен многими сохранившимися памятниками. В Египте была разработана своеобразная система водоснабжения. Вода, залегающая в понижениях местности и каналах, поднималась простейшими механизмами для подъема воды (рис. 1.9). Для водоснабжения городов сооружали водоподъемные станции в виде сложной системы шадуфов и вододействующих водоподъемных колес (рис. 1.10). Страбон описаны водоподъемные колеса одной крепости на берегу Нила, которые приводились в движение 150 рабами. Вода подавалась к дворцам фараонов по терракотовым, деревянным, медным или свинцовым трубам.

а



б

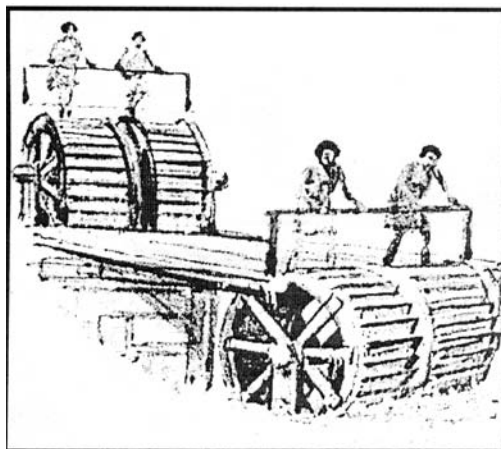


Рис. 1.9 Водоподъемные устройства:

а – древний арабский колодец – шадуф; б – лопастные водоподъемные машины

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	5
РАЗДЕЛ I. ВОДОСНАБЖЕНИЕ.....	7
Глава 1. Мировая история	7
1.1 Древний мир	7
1.2. Средние века	34
1.3 Новое время (XVII-XX вв.)	39
Глава 2. Водоснабжение в России	60
2.1 Допетровская Русь	60
2.2. Новое время (XVII - XX вв.)	70
2.3 Развитие и перспективы отрасли	80
2.3.1 Зарождение отрасли	80
2.3.2 Железнодорожное водоснабжение	88
2.3.3 Водное хозяйство в период и после 1941 - 1945 гг.	93
2.3.4 Стратегия развития отрасли	104
Глава 3. Водоснабжение городов России	114
3.1 Москва и пригороды	114
3.1.1 Москва	114
3.1.2 Пригороды Москвы	148
3.2 Санкт-Петербург и пригороды	154
3.2.1 Санкт-Петербург	154
3.2.2 Пригороды Санкт-Петербурга	163
3.3. Нижний Новгород	174
3.4 Воронеж	179
3.5 Волгоград (Царицын, Сталинград)	186
3.6 Вологда	196
3.7 Новосибирск (Новониколаевск)	202
3.8 Самара	203
3.9 Киров (Хлынов, Вятка)	208
РАЗДЕЛ II. ВОДООТВЕДЕНИЕ	210
Глава 4. Мировая история	210
4.1 Древний мир	210
4.2 Средние века	225
4.3 Новое время (XVII-XX вв.)	228
Глава 5. Водоотведение в России	250
5.1 Допетровская Русь-XIX в.	250
5.2 Новое время (XX в.)	262
Глава 6. Водоотведение в городах России	268
6.1 Москва и пригороды	268
6.1.1 Москва	268
6.1.2 Пригороды Москвы	304
6.2 Санкт-Петербург и пригороды	308

6.2 Санкт-Петербург и пригороды.....	308
6.2.1 Санкт-Петербург.....	308
6.2.2 Пригороды Санкт-Петербурга.....	317
6.3 Нижний Новгород.....	321
6.4 Воронеж.....	324
6.5 Волгоград (Царицын, Сталинград).....	327
6.6 Вологда.....	331
6.7 Новосибирск (Новониколаевск).....	336
6.8 Самара.....	339
6.9 Киров (Хлынов, Вятка).....	340
РАЗДЕЛ III. Воды и водоемы	
Глава 7. Вода в природе и ее основные свойства	343
Глава 8. Водоемы	345
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	351
ГЛОССАРИЙ (ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ).....	353
ПЕРСОНАЛИЙ.....	361
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	383
СОДЕРЖАНИЕ.....	387

Юрий Викторович **Воронов**
Евгений Алексеевич **Пугачев**

ИСТОРИЯ ОТРАСЛИ И ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ
«ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ»

Под общей редакцией
проф, д.т.н. Ю.В. Воронова

Компьютерная графика и верстка *Д.А. Матвеев*
Дизайн обложки *Н.С. Романова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98 Подписано к печати 28.03.2012
Формат 70×100/16. Бумага офс. Гарнитура таймс. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 24,5. Заказ № Тираж 1000 экз.

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, оф. 511
тел/факс: 183-5683
e-mail: iasv@mgsu.ru
http://www.iasv.ru