

каналу 4 под действием собственного веса, контактируя по ходу движения с выходящими горячими продуктами сгорания и нагреваясь от них, по направлению к водяной емкости 13, где она аккумулируется и далее поступает к потребителю по водоотводящему трубопроводу 14. Продукты сгорания отводятся из корпуса посредством выхлопной трубы 12. Таким образом нагрев воды происходит как до входа в коллектор 9 (в змеевике 11), так и на пластинчатом теплообменнике 8.

2. Водонагреватель с U-образным резонансным каналом

На рис.3 показан продольный разрез по водонагревателю (фиг. 1) и по сечению А-А (фиг. 2), где обозначены: корпус – 1, перегородка – 2, вентилятор – 3, резонансный канал – 4, горелка – 5, газопровод – 6, запальник – 7, пластинчатый теплообменник – 8, коллектор – 9, подводящий трубопровод – 10, выхлопная труба – 11, водоотводящий трубопровод – 12. На фиг. 2 показан поперечный разрез по сечению А-А.

Работает водонагреватель следующим образом. Предварительно корпус 1 продувается вентилятором 3. Далее холодная вода по трубопроводу 10 подается в коллектор 9 откуда попадает на пластинчатый теплообменник 8. Включается постоянная подача воздуха вентилятором 3. Включается запальник 7, и по газопроводу 6 к горелке 5 подается газ, который воспламеняется запальником 7, после чего запальник 7 отключается. При наличии пламени у горелки 5 в резонансном канале 4 возникает стоячая акустическая волна – так называемое пульсирующее горение. Т.к. резонансный канал 4 имеет вертикальное расположение в области теплообменника 8, то вода стекает по пластинчатому теплообменнику 8 и резонансному каналу 4 под действием собственного веса, контактируя по ходу движения с выходящими горячими продуктами сгорания и нагреваясь от них, по направлению к водоотводящему трубопроводу 12. Продукты сгорания отводятся из корпуса посредством выхлопной трубы 11.

Технико-экономический эффект будет заключаться в упрощении конструкции теплообменника, а также в изменении геометрических размеров, что повысит его эксплуатационные качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю.П. Соснин "Контактные водонагреватели". - Москва: Стройиздат 1974.
2. Б.В. Раушенбах «Вибрационное горение». - Москва 1961.
3. Северянин В.С., Лысков В.Я. «Камерная топка», А.С. СССР №228216 – Б.и. №31, 1968.

УДК 628.353

Вдовиченко И.Г.

Научный руководитель: ст. препод. Акулич Т.И.

ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ ДРЕВНЕГО РИМА

Рим — один из древнейших городов мира, получивший прозвание «Вечный город». По преданию, Рим был основан на семи холмах братьями Ромулом и Ремом в 753 г. до н. э., но археологические данные показывают следы поселений бронзового века не менее чем 1500 г. до н. э. В процессе своего развития Рим стал столицей огромного государства — Рима Древнего. Это был самый большой и населенный из городов древности (его население составляло в период расцвета до 1,5 млн. человек) [1]. На каждого из которых приходилось до 1000 литров воды в сутки. Необходимо отметить, что этот показатель превышает водопотребление в современном Риме почти в 3 раза.

С VIII по IV в.в. до н.э. водоснабжение Рима осуществлялось из реки Тибр, но в связи с загрязнением реки в IV в. до н. э. было запрещено использовать ее воду в качестве питьевой. В связи с тем, что подземные источники и небольшие речки не могли обеспечить водой всех жителей столицы, водоснабжение Рима с IV в. до н. э. стало осуществляться путем строительства водопроводов, подающих воду из горных источников [5].

Первый водопровод провел в 312 г. до н.э. цензор Аппий Клавдий; он шел на протяжении 16 км и оканчивался у Тибра по соседству с гаванью, где выгружали мрамор. Его так и называли Аппиевым водопроводом (aqua Appia) [6].

В 272 г. до н.э. цензор Маний Курий Дентат начал второй водопровод – Anio Vetus, который был закончен через два года. Длина его была 70 км. Третий водопровод построил в 144 г. до н.э. претор Марций Рекс. Он начинался за 61-м километром от Рима и последние 10 км шел по массивным аркадам, значительная часть которых сохранилась и до сих пор, заканчивался он у Капенских ворот. Четвертый водопровод, Тепловатый (aqua Tepula), был сооружен цензорами Цепионом и Кассием. Он начинался в 15 километрах от Рима, а название свое получил потому, что вода из него шла действительно тепловатая.

Агриппа в 33 г. до н.э. провел Юлиев водопровод (aqua Iulia) и водопровод Девы (aqua Virgo), последний водопровод был назван так потому, что, по преданию, источник воды указала строителям девушка. Водопровод Девы снабжал водой термы и пруд при них [5].

Водопроводы также строили: Август (Aqua Alsietina), данный водопровод питал водой огромный пруд – 536x357 м, выкопанный для потешных морских сражений, которые Август устраивал в связи с освящением храма Марсу Мстителю (2 г. до н.э.). Вода из этого водопровода была низкого качества; Клавдий: (aqua Claudia, длиной 68 км и Anio Novus, длиной 87 км); Траян: (aqua Traiana, действующий и поныне); Александр Север: (aqua Alexandrina) [5].

Эти одиннадцать водопроводов давали городу 1.5 миллиона кубометров воды в день.

Строительство водопроводов в Риме осуществлялось на общественные средства, а также на средства, полученные в результате победоносных войн. Финансирование на эксплуатацию водопроводов формировалось за счет нескольких видов налогов, относящихся к сфере водопользования. Это были налоги на бани и каналы [5].

Водопроводы, или акведуки, строились следующим образом. На довольно высоком месте находили обильный источник воды и делали углубление в виде большого водоема, в котором собиралась вода. Из этого водоема вода поступала к общественному или собственному (личному) водопроводу по подземным трубам или по надземным водопроводам.

Подземные трубы выполнялись из дерева, глины или свинца. Свинцовые трубы - одна из причин падения Римской империи. Свинец - провокатор онкологических заболеваний. Римляне, особенно элита, не доживали до 30 лет из-за раковых опухолей.

В местах пересечения водопровода с твердыми скальными породами вырубались водоотводные каналы; в мягких грунтах эти каналы выкладывались камнем и над ними сооружались своды. Надземные каменные водопроводы имели гидроизоляцию из штукатурки и отверстия сверху для доступа воздуха. Водопроводы выполнялись на стенах, которые везде, где нужен был проход, имели арки, как например, часть водопровода Клавдия. Эти арки образовывали один или несколько ярусов, что позволяло сооружать водопроводы через реки в виде мостов и прокладывать по ним дороги.

Самый высокий в истории трехъярусный акведук был построен в 18 г. н.э. - древнеримский акведук Пон-дю-Гар, (он поднимается над рекой Гар), близ современного французского города Ним, местами возвышался над землей на рекордные 50 м. Перепад вы-

сот: в его начале и конце составлял 17 метров. Этот акведук был частью 50-километрового водопровода, ежедневно доставлявшего в Рим 30 тысяч кубометров чистой родниковой воды. [6]. Мост-акведук Пон-дю-Гар изображен на рисунке 1.

Кроме водоводов, системы античного водоснабжения имели особые водоемостойники для очищения воды и в конце водовода особый гидравлический прибор для удобства распределения воды по городу. Распределение производилось при помощи трех резервуаров; в одном из которых находилась вода, предназначенная для общественных колодцев и фонтанов (водометов), в другом - вода для бань, а в третьем - для частных домов.

Поражают своими масштабами и великолепием очистные сооружения в районе г. Байи (на берегу Неаполитанского залива). Они занимают обширные пространства и покрыты сводом, покоящимся на 48 колоннах. В каждом богатом римском доме были домашние купальни.

Рис. 1. Мост-акведук Пон-дю-Гар



Однако не все могли иметь собственную баню, и в Риме уже с III в. до н. э. появляются общественные бани. В Риме к концу I в. до н. э. насчитывалось 170 общественных бань; одни из них принадлежали городу, другие - частным владельцам. В IV в. н. э. в Риме имелось около тысячи бань.

Устройство бани было следующим: аподитерий (от греческого *αποδο* — «снимаю») — раздевальная; фригидарий (*frigidus* — «холодный») — холодная баня — имела бассейн с холодной водой, по ее сторонам расположены ниши со скамьями и стульями; тепидарий (*tepidus* — «теплый»), — умеренно-теплый зал, комната, где никогда не мылись, а только прогревались, иногда даже в одежде, подготавливаясь таким образом к переходу в жаркую баню, в стенах были проделаны ниши, куда складывали одежду; калдарий, (*calidus* — «горячий») — жаркая баня, имела продолговатый бассейн с горячей водой, в середине — пространство для сухой потовой бани, а в нишах стояли ванны, в которых можно было окатиться холодной водой; палестра — площадка, обнесенная с трех сторон крытой колоннадой (чаще в больших банях и термах), проводились гимнастические упражнения и игры, чтобы хорошо пропотеть перед баней [5].

Первые термы (от лат. *themaе*, греч. *therme* — тепло, жар) в Риме в 24 г. до н. э. построил Агриппа, завещавший их в бесплатное пользование римскому населению. Рядом с ними на Марсовом Поле построил в 64 г. н. э. свои термы Нерон. Недалеко от Неронова Золотого дома находятся термы Тита (75 г.); к северо-востоку от них, почти рядом, были Траяновы термы (110 г.), где в царствование этого императора мылись женщины. Позднее воздвигнуты были термы Каракаллы (217 г.), термы Диоклетиана, занимавшие 13 га (в 295-м) и т.д.

Термы Каракаллы уже в V в. н. э. считались одним из чудес Рима. Они занимали площадь в 11 га. Двор терм Каракаллы (рис. 2) имел размеры 400х400 м, центральный комплекс — 150х200 м. Главное здание — «банный корпус» лежал в парке, который окружен сплошной линией разных помещений. В термах Диоклетиана центральный комплекс был 200х300 м. в нем одновременно могло мыться до 3200 человек.

Императоры не только стремились к художественной отделке своих терм, не только облицовывали стены мрамором, покрывали мозаиками полы и ставили великолепные

колонны; они систематически собирали здесь произведения искусства. В термах Каракаллы стояли когда-то Фарнезский бык, статуи Флоры и Геркулеса, торс Аполлона Бельведерского (не считая множества других менее значительных статуй); знаменитая группа Лаокоона была найдена в термах Траяна. Сюда приходили не только смыть грязь, здесь отдыхали.

Рис. 2. Термы Каракаллы



Пышное убранство терм придавало им сходство с музеями.

Для надзора за всеми гидротехническими сооружениями Рима требовалось создание особого водного ведомства. Такое ведомство было создано и получило название «Водная команда».

В 97 году н.э. получил назначение «водного смотрителя» Фронтин. Это был полководец, дважды консул, один из наиболее видных людей Рима.

В конце I века «Водяная команда» состояла из людей разных специальностей.

Часть ее помещалась за городом, чтобы в случае необходимости быстро произвести нужный ремонт, посты другой были расставлены у водонапорных башен и больших фонтанов. В их ведении находятся водопроводы – сеть всех труб, проложенных по городу, и фонтаны. За умышленную порчу этих труб и башен, за прекращение или уменьшение подачи воды во всем городе или в тех владениях, хозяева которых пользовались правом отвести себе воду, на виновного налагался штраф в 100 тыс. сестерций; если порча была причинена нечаянно, без злого умысла, виновный должен был немедленно заняться ее исправлением.

«Водяная команда» включала со времен Клавдия 700 человек: из них 240 государственных рабов и 460 императорских рабов и отпущенников. Последние были добавлены Клавдием после проведения им двух новых водопроводов. [2]

Во главе этой команды были специалисты по строительству водопроводов. Далее шли обходчики, мостовщики, нивелировщики, каменщики, работники, умеющие обращаться со свинцом, и простые чернорабочие.

«Водяная команда» занималась только текущей работой и мелким ремонтом. Были еще и так называемые «сверлильщики» - это были «водяные воры», которые, сговорившись с кем-либо из частных лиц, не имевших права на получение воды, пробивали водопроводные трубы, облегчая, таким образом, кражу воды для заинтересованных лиц [7].

Огромные количества использованной воды требовали отвода. Водоотводящая система Рима представляла собой крупнейший гидротехнический комплекс: стержнем которого была основная водоотводящая артерия «Клоака максима». Начал ее строить в VII-VI в. до н. э. этрусский гидротехник Тарквинус Спербус, имела она около пяти метров в ширину. Она постепенно обкладывалась камнем и перекрывалась сводами. Строительство продолжалось долго, к 300 г. до н. э. оно считается в основных чертах завершенным (общая длина клоаки - 800 м), однако это не мешало римлянам строить и достраивать канал вплоть до 33 г. до н. э., - подводить боковые сточные каналы. В Риме существовал специальный закон, разрешавший присоединение к городской канализации частных домов, лишь при условии уплаты особого налога – клоакариума [5]. Сточные воды сбрасывались в реку Тибр. «Клоака максима» частично просуществовала вплоть до 1900 г. Канализация обслуживала и общественные уборные, которых в Риме в 315 г. н. э. было 144.

История канализации хранит сведения о роскошных уборных – фриках (рис. 3). Судя по тому, как располагались здесь сиденья, посещения этих заведений было одно из форм досуга горожан и отправление нужды перемежалось беседой с приятными сердцу людьми. Каменные сиденья образовывали круг - как в амфитеатре. Места хватало для 20-50 человек - например, в термах Адриана в Ливии они спроектированы на 50 человек, с богатой декоративной мозаикой на полу и фонтанами. Посещение таких фриков было по карману только очень состоятельным гражданам.

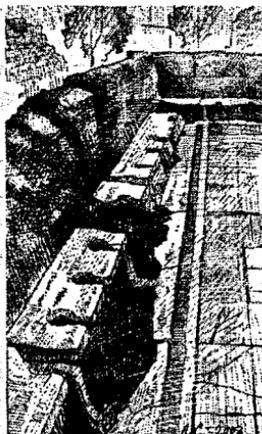


Рис. 3. Фрики

В Риме впервые в мире были открыты платные общественные уборные. Именно тогда родилось знаменитое выражение *pop olef* - "деньги не пахнут!"

Римский император Веспасиан догадался делать деньги из экскрементов: обложил налогом туалеты. По преданию, когда его сын, будущий император Тит, стал попрекать отца за этот налог, тот взял монету из первой прибыли, поднес к его носу и спросил, воняет ли она. "Нет"; - ответил Тит. "А ведь это деньги с мочи", - сказал Веспасиан. Отсюда ведет свое происхождение главная заповедь всех дельцов: "деньги не пахнут".

Остальные пользовались общественными туалетами - зловонными, полными мух, особенно в летнее время [6].

С самого начала возникновения первых цивилизаций - Индии, Вавилона, Ассирии, Египта - население крупных городов было вынуждено решать вопросы снабжения чистой водой больших общин людей, а также полного и быстрого удаления отходов от жилья [7]. Классическим примером решения этих нелегких проблем можно считать Древний Рим, в котором для водоснабжения в II веке до н.э. были построены грандиозные акведуки, подававшие воду за несколько десятков километров в общественные бани - термы, в дома патрициев, дворцы, фонтаны и бассейны.

Можно смело утверждать, что «Вечный город» являлся в то далекое время флагманом по строительству и эксплуатации гидротехнических сооружений, а также был городом с высокими санитарно – гигиеническими показателями и высоким уровнем жизни.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Большая энциклопедия Кирилла и Мефодия» 2006.
2. Гиро П. Частная и общественная жизнь римлян. - М., 1967.
3. Картины из бытовой истории Рима в эпоху от Августа до конца династии Антонинов. - СПб., 1914. Ч. 1.
4. Кнабе Г.С. Древний Рим – история и повседневность. - М., 1986.
5. Машкин Н. А. История Древнего Рима. - М., 1956.
6. Моммзен Т. История Рима. Т. 1-3, 5. - М., 1939-1949.
7. Сергеевко М. Е. Жизнь Древнего Рима. Очерки быта. - М., 1964.
8. <http://www.aquafilter.ru/water/article/article10.htm>
9. http://www.buyda.ru/Danses/rome_water.htm
10. <http://www.nt.unets.ru/italy>
11. <http://www.oldrim.virtualave.net>