

## КАК УСТРОЕН РИМСКИЙ ВОДОПРОВОД?

<sup>1</sup>Гринберг М.А., <sup>2</sup>Гринберг В.А., <sup>2</sup>Оха А.Д.

<sup>1</sup>г. Пермь, МАОУ «Гимназия № 6», 2 класс

<sup>2</sup>г. Пермь, МАОУ «Гимназия № 6», 4 класс

*Руководитель: Литвиновская Н.Ю., учитель начальных классов, г. Пермь, МАОУ «Гимназия № 6»*

Известно, что человек может обходиться без еды довольно длительное время до восьми недель, а вот без воды не больше трех-пяти суток. Не зря все поселения с древности возникали только там, где было достаточное количество питьевой воды. Более того, история показывает, что недостаток воды или ее низкое качество нередко приводили к упадку той или иной цивилизации. Именно поэтому важнейшими задачами, которые возникали перед людьми с древнейших времен, являлись обеспечение запасом воды на случай неблагоприятных обстоятельств и подведение ее поближе к жилищу. По данным ООН, дефицит водных ресурсов так или иначе касается более 40 процентов мирового населения. 783 миллиона жителей планеты не имеют доступа к чистой воде, а к середине XXI века численность живущих при постоянной нехватке воды превысит 4 миллиарда человек. Вода занимает 70 процентов поверхности Земли, но только три процента ее пригодны для питья, причем большая часть практически недоступна – это ледники. И хотя в настоящее время поступление воды в дом человека и на его приусадебный участок осуществляется по водопроводам, что значительно облегчает условия быта, вода, которая течет из кранов нашего региона, непригодна не только для питья, но даже для бытового использования. По последним данным, содержание опасных веществ питьевой воды в некоторых районах Пермского края превышает допустимые нормы в 18 раз. Основной причиной такого критического состояния экологии называют загрязненность водоемов опасными стоками и нечистотами. Источниками получения водопроводной воды в нашем крае являются Камское и Воткинское водохранилище, а также реки Кама, Сытва, Вишера, Иньва и Чусовая. Все эти водоемы буквально окружены заводами и производственными зонами, вредное влияние которых на экологию колоссально. Поэтому жителям нашего края приходится покупать питьевую воду или фильтры.

Из рассказов наших друзей побывавших в Италии мы узнали, что в Риме и других итальянских городах не обязательно покупать питьевую воду, т.к. в специализированных питьевых фонтанчиках она хорошая

и чистая и ее все пьют. Даже воду из-под крана можно пить. Как же так? В отличие от нашего края в Риме нет ни крупного порта, ни прямого выхода к морю. И река в сравнении с Камой совсем не полноводная. Но секрет величия Рима кроется в воде. Может быть, в Риме особый водопровод? В чем его секрет? Нам захотелось узнать ответы на эти вопросы.

*Цель работы:*

- Исследование устройства Римского водопровода

*Задачи:*

1. Изучить историю возникновения водопровода в Древнем Риме;
2. Узнать, как был устроен древний водопровод;
3. Сконструировать свой водопровод.

*Гипотезы:*

1. Возможно, в Риме вода поступает из очень чистых источников;
2. Возможно, что в Древнем Риме были изобретены особые трубы.

### **История возникновения Римского водопровода**

Поворотным событием в истории Рима стало строительство водопровода. Через горы и леса, над долинами и ущельями римские акведуки несли воду в столицу. Они до сих пор остаются чудом инженерной мысли. В Риме нет ни крупного порта, ни прямого выхода к морю. Но секрет его величия кроется в воде. Именно благодаря ей город перерос свои естественные границы и стал столицей всего античного мира. Для поддержания этого статуса требуются сотни миллионов литров чистой воды в день. В ближайших окрестностях Рима таких запасов живительной влаги нет. Чтобы ее получить, нужно одержать победу над самым главным противником – природой. В этой войне римлянам противостоят не враждебные армии, а горы и овраги, болота и леса, окружающие их город. В результате на свет появляется одно из величайших архитектурных творений человечества – римские акведуки. Акведук (от лат. *aqua* – вода и *duco* – веду) – водовод (канал, труба) для подачи воды к населенным пунктам, оросительным и гидроэнергетическим системам из расположенных выше их источников.



Рис. 1. Самый длинный римский акведук был построен во II столетии нашей эры, чтобы поставлять воду в Карфаген (сейчас это место находится на территории современного Туниса), его длина составляла 141 километр

К моменту завершения республиканской эпохи в 27 году до н.э. Рим снабжают водой пять магистральных акведуков общей протяженностью более 200 километров. По ним через речные долины, ущелья и горы в город течет свыше 200 миллионов литров воды в день. Идущая по акведукам вода собирается в специальных резервуарах, откуда по тысячам свинцовых и глиняных труб доставляется в городские кварталы, общественные купальни и к многочисленным фонтанам. И даже в частные дома богатых горожан. Проектирование акведука всегда начинается с поиска полноводных источников. Вода в античных акведуках не перекачивается насосами, а движется «самотеком» под действием силы тяжести.

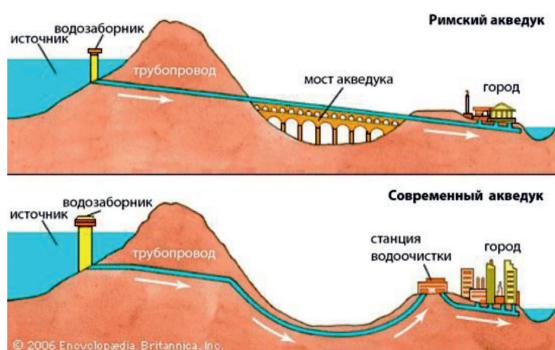


Рис. 2

Поэтому каналы водопровода нужно прокладывать с равномерным уклоном в сторону города. Чиновники строго контролируют ход строительства и заставляют подрядчиков исправлять малейший брак. Они знают: с водой шутки плохи. Чтобы противостоять этой

стихии, нужны самые прочные конструкции и материалы. В начальной точке акведука для регулирования напора воды в системе сооружается резервуар из «римского бетона» – смеси щебня, известкового раствора и вулканического песка (пуццолана). На дне проделываются узкие щели, через которые он наполняется водой из источника. К большому отверстию в верхней части бассейна подсоединяется глубокий водопроводный желоб, сложенный из камней и залитый внутри бетоном. Сверху он закрывается широкими каменными плитами или перекрытиями-арками. Рабочие тянут водопровод к городу, пристраивая секцию за секцией.

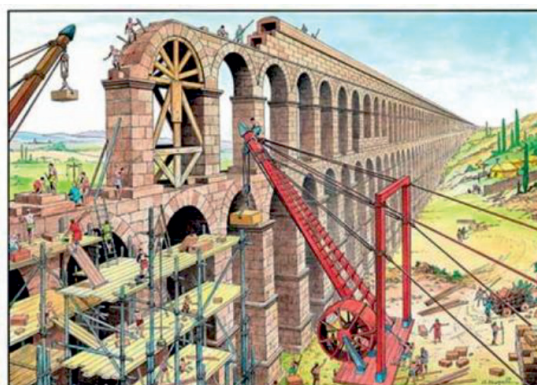


Рис. 3

Через овраги и лощины, как правило, уже переброшены соединительные мосты. Их начинают сооружать сразу после разметки маршрута. Стены опор сложены из каменных блоков, фундаменты врыты глубоко в землю. На высоту камни поднимают с помощью кранов и лебедок. Их тросы приводятся в движение колесом, которое вращают ногами рабы. Каменную кладку скрепляют бетоном. Но главная проблема для строителей – не долины, а горы. По возможности их стараются огибать, но канал акведука не должен быть чересчур протяженным, иначе уклон окажется слишком слабым и вода просто не дойдет до Рима. Поэтому порой не остается ничего иного, как прокладывать туннели сквозь горы. Наконец туннели проложены, мосты наведены, строительство завершено. Наступает ответственный момент – первый запуск воды в акведук. На случай аварии на самых опасных участках водопровода дежурят ремонтники. Жители Рима могут бесплатно брать воду из фонтанов для питья и приготовления пищи, а также за небольшую плату мыться в общественных банях и пользоваться туалетами, где нет кабинок, а стоки под сиденьями бесперебойно промываются. Но провести воду в дом по карману только богачам. Протяженность

самого длинного магистрального водопровода Рима – 91 километр. Благодаря акведукам население города растет как на дрожжах и к началу нашей эры достигает почти миллиона человек. Водопроводы строятся все выше. Военные триумфы принесли Риму величие, но сохранить его, несмотря на все войны и смены власти, Вечный город смог только благодаря магистральным водопроводам. Возможно, с небольшого первого водопровода, проложенного в 312 году до н. э. по инициативе цензора Аппия Клавдия и начался беспримерный успех римской цивилизации. Хотя акведуки больше всего ассоциируются с римлянами, они были изобретены столетиями ранее на Ближнем Востоке. Вавилоняне и египтяне строили сложные ирригационные системы. Акведуки римского стиля использовались уже в VII столетии до н.э., когда ассирийцы строили акведук из известняка высотой 10 метров и длиной 300 метров, чтобы переносить воду поперек долины в свою столицу, Ниневию. Полная длина акведука составляла 80 километров. Примерно в то же время, акведуки использовались в городах майя.

Известно, что в Древней Греции также строились акведуки. Самым выдающимся акведуком Геродот считал Эвпалинов тоннель на острове Самос. Этот акведук историки включили в список чудес света.

#### Система очистки воды в Римских акведуках

Очистка воды происходила при помощи многочисленных перегородок и шлюзов. Вода поступает в первый отсек, крупный мусор оседает. Далее вода поступает во второй отсек, в котором оседает более мелкий мусор. Попадая в третий отсек вода уже очищенная, из данного отсека вода поступает в акведук.



Рис. 4

#### Создание модели шлюза и акведука

Для конструирования шлюза нам понадобились (рис. 5):

- Пластмассовый контейнер
- Крышки от контейнера 2 шт
- Герметик
- Краска
- Кусачки
- Оргстекло

Сначала мы обрезали крышки, чтобы получить направляющие для перегородок шлюза (рис. 5). Затем приклеили на герметик направляющие ко дну и на стенки ящика (рис. 6). Дождались полного высыхания. Это заняло несколько дней. Сделали перегородки из оргстекла, и получилось три отсека для воды (рис. 7). В одном из отсеков сделали отверстие для трубы. В первый отсек под напором наливали воду из реки. Когда вода за счет перегородок замедляла движение, в нем оставался крупный мусор (камушки, листочки и т.д.). Затем из второго отсека вода проходила в третий уже очищенная от мелкого мусора и по трубе поступала в акведук.

Для построения акведука нам понадобилось (рис. 9):

- Сконструированный шлюз
- Водопроводная трубка 3 штуки
- Соединения для труб
- Кирпичи
- Возвышенность в виде стула и канистры
- Резервуар для чистой воды

Договорились, что высокий стул – это гора, канистра – другая гора. Белый резервуар – это город, куда надо доставить воду. Из кирпичей мы сложили миниакведук. Вода текла вниз с высокой горы и поднималась на маленькую. Это нас удивило. Мы узнали, что римляне использовали принцип «сифона». Это значит, что вода в трубе всегда должна возвращаться к своему первоначальному уровню. Для этого римляне сооружали систему труб, которые круто спускались по одному склону ущелья и поднимались по другому склону.

#### Пермский водопровод

Качество водопроводной воды в Перми зависит от трёх основных факторов: качества воды в реках, подготовки воды на водозаборах и вторичного загрязнения воды в трубах по пути к потребителям. Пермляки получают воду из трёх источников: рек Чусовая, Кама и Сылва, вода в которых относится к классу 3 – «очень загрязнённая». Оборудование и технологии пермских водозаборов обеспечивают очистку исходной воды до уровня требований к питьевой воде. На всех водозаборах Перми построены сооружения для очистки воды. В итоге технологии позволяют довести загрязнённую воду до нужного качества в любое время года. Тем не менее, по пути из водозабора

к потребителю происходит вторичное загрязнение воды в трубах. Причина – отложения на внутренних поверхностях труб. Вот почему водопроводную воду, несмотря на качественную очистку, всё же рекомендуют кипятить. Прежде чем оказаться в стакане, вода проходит длинный путь, при этом представить, как речная жидкость умещается в кран, непросто. Так, сначала вода из реки через оголовок (часть трубы) попадает в насосную станцию первого подъёма, далее она проходит через мелкочаеистые решётки, на которых задерживается различный мусор, плавающий в водоёме. Перед попаданием на очистные сооружения в воду вводится хлорная жидкость. После этого вода поступает в смесители, где перемешивается с коагулянт – сернокислым алюминием и флокулянт – интенсификатором процесса хлопьеобразования. Это делается для того, чтобы взвешенные частицы, находящиеся в воде, соединились в хлопья. Хлопья осаждаются в осветлителях или отстойниках (первая ступень очистки), а самые мелкие задерживаются на фильтрах, которые служат второй и последней ступенью очистки.

Отстойники представляют из – себя большие ёмкости диаметром около 13 метров и глубиной 6 метров. В центре каждого такого отстойника есть сооружение, называемое камерой хлопьеобразования. Вода поступает в эту камеру сверху вниз, а после камеры медленно поднимаются к поверхности. Осветлённая вода постоянно собирается с помощью желобов и через них уходит на фильтрацию. Всего процесс от прихода воды в отстойник и до ухода её оттуда занимает около двух часов.

После скорых фильтров в воду ещё раз вводится хлорная вода (рис. 10)

Наши предложения, как сделать воду чище:

- Заменить железные трубы на другой материал, который не ржавеет;
- Обязать фабрики, заводы и другие производства с токсичными отходами строить сооружения для переработки отходов, чтобы не сбрасывать отходы в водоёмы;

### Выводы

1. Изучив историю возникновения водопровода, мы узнали, что первые водопроводы строили и египтяне, и народы майя, и древние греки. Так что нельзя сказать, что древние римляне его изобрели. Однако они сумели добиться с помощью этого изобретения расцвета Рима.

2. Трубы в те далекие времена делали из слабых и дорогостоящих материалов – свинца и бронзы. Поэтому при сооружении больших водопроводов римляне заменяли

трубы каменными каналами, по которым вода шла самотеком (каналы делали с непрерывным уклоном). Для пропуска воды над глубокими оврагами и речными долинами римляне сооружали особые сооружения – акведуки. Их строили на каменных столбах, соединенных между собою арками, которые часто располагали в два-три этажа. Некоторые акведуки, построенные римлянами, сохранились до сих пор и поражают своей величественностью и красотой. Высота акведуков порой достигала 50 метров над поверхностью воды. Вода очищалась с помощью систем шлюзов.

3. Гипотезы подтвердились. С помощью нашей модели шлюза мы убедились в том, что благодаря такой системе очистки, придуманной римлянами и чистейшим источником, воду можно пить из-под крана.

*Приложение*



Рис. 5



Рис. 6



Рис. 7



Рис. 8



Рис. 9

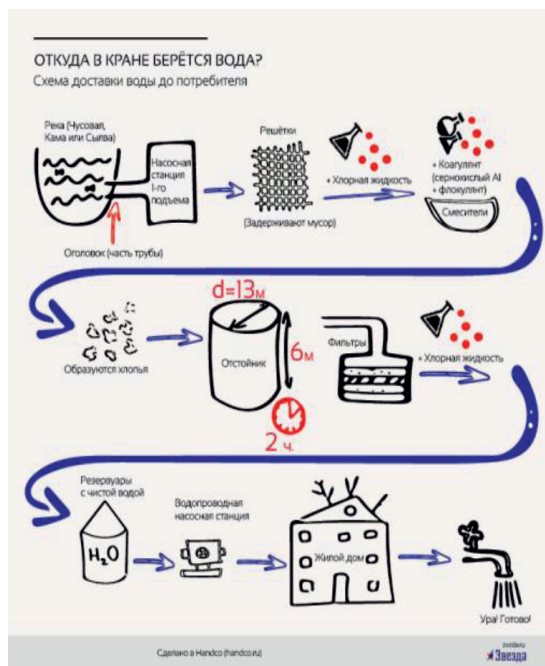


Рис. 10

### Список литературы

1. Владимир Жабцев Сантехника, электрика, отопление, водопровод. Самое полное руководство- М.: АСТ, 2017
2. МонасевичЗ.Л., Штерингарц Е.М. Домашняя лаборатория: История вещей и изобретений (опыт, находки, материалы). - М.: Некоммерческое партнерство «Авторский Клуб», 2017.
3. <http://www.vitamarg.com/eco/article/425>
4. <http://www.geo.ru/puteshestviya/voda-dlya-rima>
5. <http://mirznanii.com/a/329140/zagryaznyayushchie-veshchestva-i-ikh-vliyanie-na-okruzhayushchuyu-sredu>
6. <http://fb.ru/article/326520/ekologicheskie-problemyi---zagryaznenie-vodyi-istochniki-zagryazneniya-vodyi-problema-zagryazneniya-vod-mirovogo-okeana>
7. <http://www.italy4.me/istoriya/akveduki-i-bani-v-drevnem-rime.html>