

Главный редактор
Е.М. МАРЧЕНКО

Зам. главного редактора
А.Б. ПЕРМЯКОВ

**РЕДАКЦИОННАЯ
КОЛЛЕГИЯ**

В.С. АЗАРОВ
П. БАЛТРЕНАС (Литва)
В.Д. БУРОВ
Я.В. ВАНДРАШ (Польша)
Л.Г. ВАСИНА
Е.И. ГАВРИЛОВ
В.И. КОРМИЛИЦЫН
В.А. КУПЧЕНКО
В.В. КУЛИЧИХИН
В.И. ЛЕЛЕКОВ
А.В. МОШКАРИН
А.А. ПШЕМЕНСКИЙ
Я.Е. РЕЗНИК
Ю.В. САЛОВ
А.С. СЕДЛОВ
С.Г. ТИШИН
Л.А. ХОМЕНОК
В.И. ШАРАПОВ
Е.Б. ЮРЧЕВСКИЙ

Учредитель:

Научно-производственное
объединение "Энергоинвест"

Издается при участии
Академии Промышленной
Экологии и Московского
государственного открытого
университета

Журнал зарегистрирован
в Комитете Российской
Федерации по печати
30.04.1997. Рег. № 016042.

Подписной индекс
42815

Электронный адрес
подписки в Интернете:
www.presscafe.ru

Почтовый адрес редакции:
125124, г. Москва, а/я 30,
ЗАО НПО "Энергоинвест".

Телефон (095) 504-7503
Телефон/факс (095) 683-8823
Тел.(а/о) (095) 365-0863.
E-mail: eninvest@online.ru
www.energija.ru

Тираж 1000 экз.
Подписано в печать
05.04.2005

Отпечатано в типографии:
ООО «Вива-Стар»

Свободная цена

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ВОДОПОДГОТОВКА

№ 2

2005

СОДЕРЖАНИЕ

ЮБИЛЕЙ МОСКОВСКОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА	3
Белосельский Б.С. Московскому энергетическому институту – 75.....	3
Седлов А.С., Цанев С.В. Кафедре Тепловых электрических станций МЭИ – 75 лет.....	5
Рыженков В.А., Мартынов А.В., Калинин Н.В., Хромченков В.Г. Кафедре Промышленных теплоэнергетических систем – 75 лет.....	7
Кузнецов В.Н. Вручение премий ветеранам МЭИ.....	9
Андрюшин А.В., Кудрявый В.В. НТЦ «Оптимизация управления в энергетике».....	10
ВОДОПОДГОТОВКА И ВОДОПОДГОТОВИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	11
Шарапов В.И., Феткуллов М.Р., Цюра Д.В. Многопараметрическое регулирование термических деаэраторов.....	11
Семенова И.В., Хорошилов А.В., Симонова С.В. Влияние технологических параметров на закономерности коррекционной обработки воды.....	18
Нам В.В., Хлюпин Г.Ю., Невструев А.Н. Биоцидные свойства некоторых препаратов и возможность их использования для обеззараживания промышленных вод.....	23
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ	25
Седлов А.С., Проценко В.П., Зройчиков Н.А., Буяков Д.В., Галас И.В., Филиппов Д.Н., Комов А.А. Анализ эффективности использования пароконденсационных теплонасосных установок в теплофикационных системах.....	25
Сахаров А.М., Ушинин С.В., Малютин Ю.П., Лунин И.А. Первые результаты использования систем уплотнений сотовой конструкции взамен уплотнений традиционного типа в паровых турбинах ТЭЦ №№16 и 23 АО Мосэнерго.....	30
Новгородский Е.Е., Василенко А.И., Крупин В.А., Пермяков А.Б. Пути снижения расхода электроэнергии дымососами установок комплексного использования теплоты.....	32
Агабабов В.С., Корягин А.В., Архарова А.Ю. Подогрев газа перед детандер-генераторным агрегатом с использованием промежуточного теплоносителя на ТЭС.....	34
ИССЛЕДОВАНИЯ. ПРОЕКТИРОВАНИЕ, РАСЧЕТЫ	37
Ефремов Г.И., Журавлева Т.Ю. Описание кинетики стадии регенерации химического теплового насоса модифицированным квазистационарным методом.....	37
Евсеев Г.А., Евсеев А.Г., Капичников А.А., Ткач В.А. Контур безотрывного поворота потока на 180° в каналах теплообменников «жидкость-жидкость».....	41
ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ	44
Беликов С.Е., Котлер В.Р., Штегман А.В. Упрощенное трехступенчатое сжигание как средство снижения выбросов оксидов азота на угольных ТЭС.....	44
Балтренас П., Зигмонтене А. Проблемы сжигания опасных отходов и способы их решения.....	46
СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ	51
Пермяков В.А. Для первой промышленной АЭС.....	51
Груздев В.Б. Ленинградские энергетики в годы блокады 1941-1944 гг.....	55
Широкова В.А., Фролова Н.Л. Из истории водоснабжения: водоводы и водоподъемники	56
ПОДГОТОВКА КАДРОВ	61
Магид С.И., Львов М.Ю., Мищеряков С.В., Сысоева Л.В., Архипова Е.Н. Русские вопросы и американские ответы саммита «Подготовка персонала в электроэнергетике США».....	61
К ЗАЩИТЕ ДИССЕРТАЦИЙ	70
Бирюков В.В., Новгородский Е.Е. Исследование процесса теплопередачи через полы животноводческих помещений.....	70
ИНФОРМАЦИЯ	72
БИБЛИОГРАФИЯ	78
ЮБИЛЕИ	80

ряками Ладожской флотилии выходили в озеро. Баржи медленно двигались друг за другом в сторону западного побережья озера. На расстоянии прямой видимости, на плавающем плотике, зажигалась от аккумулятора слабая лампочка для ориентации при прокладке верного курса в кромешной темноте. Кабель опускали в воду Ладожского озера, а водолазы ЭПРОНа принимали его и осторожно укладывали по дну озера. Вскоре были включены в работу еще два генератора на Волховской ГЭС и в день 25-й годовщины Октября (7-го ноября 1942 г.) более трех тысяч ленинградских квартир получили долгожданную электроэнергию. Теперь в каждой из этих квартир по вечерам с 19.00 до 23.00 часов загоралась лампочка мощностью в 40 Вт.

Но еще до этих событий, 7-го марта 1942 г. в блокадном городе из трамвайного парка №2, что на Васильевском острове, пошел Ленинградский грузовой трамвай. С помощью более чем 300 вагонов в течение месяца горожане очищали свой многострадальный город от грязи и мусора, от остатков разрушенных домов. А первого апреля 1942 г. в Ленинграде пошел блокадный пассажирский трамвай, получающий электроэнергию от городской электростанции ЛГЭС-5 «Красный Октябрь», что в Уткиной заводи, напротив Смольного института, за Невой. Вот уж действительно был великий праздник в блокадном городе! Ольга Бергольц, Николай Тихонов и многие другие восхищенно вспоминают это яркое событие.

После сложной реконструкции одного из котлов электростанция ЛГЭС-5 начала сжигать добываемый внутри блокадного кольца фрезерный торф, нарезаемый сильной струей воды. В работах принимали участие в основном женщины-домохозяйки, балерины Мариинского театра, учителя, продавщицы из магазинов, которые после основной своей работы приходили на монтажную площадку котла. Им всем выдавали усиленный продовольственный паек. Но все равно многие из них умирали от истощения и потери сил прямо на монтажной площадке котла.

Реконструкция парового котла была выполнена за два месяца с изготовлением всех необходимых

рабочих чертежей, расчетов, материалов, наладкой оборудования и горения топлива в топке. Ленинградские энергетики здесь впервые применили циклонный предтопок, где влажный торф подсушивался и направлялся в топку котла. Как рассказывал бывший начальник цеха наладки и испытаний «Ленэнерго» Зайцев С.В., что в мирное время эта работа заняла бы не менее года.

Находясь почти на линии фронта, ЛГЭС №5 «Красный Октябрь» подвергалась ожесточенным обстрелам и бомбежкам. За время работы в блокадное время на ее территорию упало более 2 тысяч снарядов и 50 фугасных бомб, но электростанция продолжала работать и длительное время несла 90% нагрузки ленинградской энергосистемы блокадного времени.

В январе- начале февраля 1942 г. за 50 дней по Ладоге был проложен герметичный трубопровод протяженностью от восточного до западного берега озера 29 км и диаметром 109 мм, по которому Ленинград стал ежедневно получать почти 600 тонн бензина так нужного холодному и голодному городу.

Благодаря успешному пуску в работу ЛГЭС-5 блокадный Ленинград увеличил выпуск реактивных снарядов для «Катюш», а Кировский завод резко увеличил выпуск отремонтированных боевых танков, пушек, минометов. Также было увеличено производство стрелкового оружия, гранат, мин, снарядов... Одним словом, город ожил! Таким образом, энергетики Ленинграда первыми прорвали блокаду города, которая частично была прорвана войсками в январе 1942 г. и окончательно снята будет в январе 1944 г.

Также энергетики блокадного Ленинграда передали Наркомату обороны страны большую сумму в деньгах и драгоценностях для строительства авиационной эскадрильи «Ленинградский энергетик», которая участвовала в защите Ленинградского неба.

ЛИТЕРАТУРА.

1. В.Б.Груздев, В.А.Ежов. «Подвиг ленинградских энергетиков в годы блокады». Журнал АН СССР «Вопросы истории», №4, 1985.

ИЗ ИСТОРИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ: ВОДОВОДЫ И ВОДОПОДЪЕМНИКИ

К.геогр.н. В.А.ШИРОКОВА; к.геогр.н., доцент Н.Л.ФРОЛОВА
(Институт истории естествознания и техники РАН РФ им.С.И.Вавилова - Московский государственный университет)

В истории целых народов исключительная 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 водоподъемных механизмов основную роль играли простые машины: рычаг, колесо, блок, ворот, винт, на-

клонная плоскость. Водоводы сооружались по принципу самотека.

Уже с IV тысячелетия до н.э. в долине Нила (Египет) и в междуречье Евфрата и Тигра (южной части Месопотамии) естественное орошение ежегодными разливами рек постепенно стало регулироваться различными рода водозадерживающими, водоподъемными и водоотводящими сооружениями. На протяжении от IV до I тысячелетия до н.э. с возникновением городов в Египте и Вавилонии постепенно усложняется ирригационная система: проводятся каналы, создаются плотины, насыпаются дамбы, регулируется режим рек. Уже довольно сложная система каналов служит различным целям: для осушения болот, орошения полей, предохранения от наводнений, водоснабжения городов и для судоходства.

В Египте была разработана своеобразная система водоснабжения. Вода, оставшаяся в понижениях местности и каналах, использовалась для орошения с помощью водоподъемных механизмов; древнейшим из них был шадуф (всем известный журавль), изображения которого до сих пор сохранились на гробнице в Фивах, относящейся примерно к 1250 г. до н.э. Для водоснабжения городов сооружали водоподъемные станции в виде сложной системы шадуфов, устройство которых было основано на законе рычага, или в виде водоподъемных колес (рис.1,2). Страбон описаны водоподъемные колеса одной крепости на берегу Нила, которые приводились в движение 150 рабами.



Рис.1. Шадуф.



Рис.2. Система шадуфов древних египтян.

К 2500 г. до н.э. в Египте было известно искусство сооружения глубоких копанных колодцев глубиной до 100 м. Египтянам было знакомо употребление гончарных и свинцовых водопроводных труб.

Нельзя не отметить самодельный водовод на острове Крит (2200 г. до н.э.), обеспечивающий подачу родниковой воды в Кносский дворец.

Позднее, с завоеванием Египта греками, последними были введены для орошения архимедов винт и другие простейшие механизмы: Архимед Сиракузский (287-212 г. до н.э.) создал водоподъемник, так называемый архимедов винт; Ктезибий (II в. до н.э.) изобрел водяной насос. В дальнейшем эти механизмы нашли свое применение в ирригационных системах Греции, Рима и т.д. (рис.3,4).

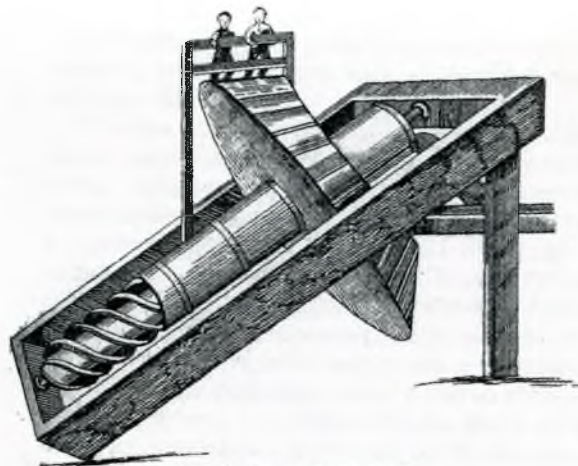


Рис.3. Архимедов винт.

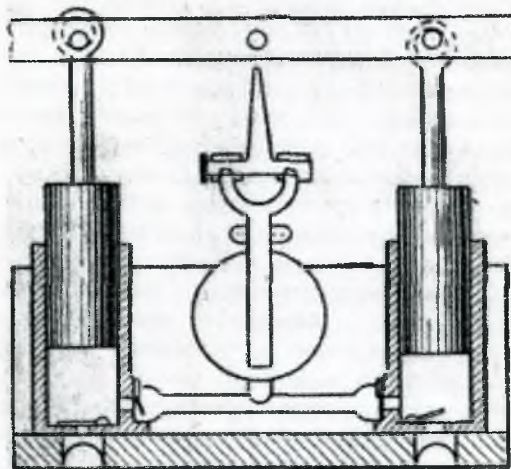


Рис.4. Водяной насос Ктезибия.

Водоснабжение крупнейшего города древней Месопотамии Вавилона во II-I тысячелетии до н.э. осуществлялось довольно сложным техническим сооружением того времени. 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 вел 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 – наур, 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) (рис.5).



Рис.5. Некоторые водоподъемные механизмы, изобретенные в глубокой древности, используются и сегодня. Среднеазиатский Чигирь.

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 оз. Ван – была крупным городом с неприступной крепостью, большими дворцами, храмами, водопроводом и другими сооружениями. Водопровод г. Тушпу (или г. 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 каналы – искусственные подземные русла, отводившие самотеком воды источников или водоносных слоев на большие расстояния. Есть упоминание о разрушении царем Саргоном II ирригационной системы каналов г. Улху (721 г. до н.э.). Постепенно каналы начали строить в Персии, Египте, Индии.

В III тысячелетии до н.э. ирригационное земледелие, а затем и городское строительство, а, следовательно, их 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.

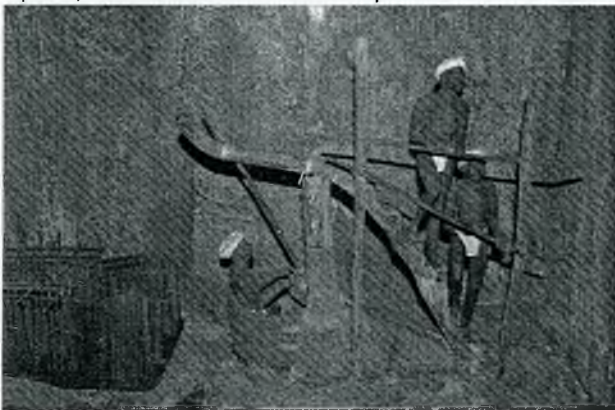


Рис.6. Водоподъемное сооружение в древней Индии. Макет из экспозиции Музея антропологии и этнографии им. Петра Великого (Санкт-Петербург).

В Индии известны остатки сложных водоподъемных сооружений, основанных на законе блока и рычага (рис.6).

В Китае по рекам Янцзы и Хуанхэ более 2000 лет назад была создана сложная техническая ирригационная система. Большой канал, описанный еще Конфуцием (около 551-479 гг. до н.э.), был построен в царствование династии Чу (1121-249 гг. до н.э.). В настоящее время он соединяет Пекин с большинством провинций Центрального и Южного Китая. Кроме успехов в строительстве плотин и каналов китайцы достигли большого искусства в устройстве 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 (рис.3). 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, поднявшись 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 водосборных каналов достигала 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) (рис.7).



Рис.7. Водоподъемное колесо на реке Янцзы (Китай). Фото Н.И.Алексеевского (2004 г.).

В долинах рек Амударья и Сырдарья, в древнем Хорезме, более 2000 лет назад также возникло орошаемое ирригационное земледелие: построены каналы, водопроводы, кяризы, чигирь 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 ворот. 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 – кансамами или канатами. До сих пор сохранилась древнейшая профессия – кяризник – мастер, восстанавливающий старые разрушенные кяризные линии.

После падения Ассирии-Вавилонии и Египта оформилась новая, более поздняя культура – сначала Финикия (XV-VII вв. до н.э.), затем античной Греции (VII-I 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.

Древние греки создали разнообразную гидротехнику каптажа ключей, многокамерных колодцев со штольнями для сбора подземных вод, подземных цистерн и галерей с вентиляционными и смотровыми колодцами, гончарных и свинцовых трубчатых водопроводов, фонтанов, каскадов, водометов для очищения воздуха, технику сплавной городской канализации и т. д. Во многих древнегреческих городах имелись водопроводы, основанные на использовании подземных вод. Так, в Афинах в период наибольшего расцвета было 18 водопроводов, подводивших частью речную, частью подземную воду. Один из этих водопроводов (VI в. до н.э.) состоял из обширного многокамерного колодца с примыкавшими к нему водосборными штольнями. Колодец и штольни были высечены в скале в самом городе. От колодца шла подземная галерея, в другом конце которой находился большой водоразборный резервуар. В г. Пергаме напорный водопровод имел давление в 16-20 атм и питался водой ключей, находившихся на возвышенности в 60 км от города.

Наследники культуры древней Греции – римляне – в эпоху расцвета древнеримской империи еще более усовершенствовали гидротехнику городского водоснабжения, изобрели водяную мельницу. В древнем Риме были специалисты городского водоснабжения. Одним из крупнейших специалистов был Марк Витрувий (I в. до н.э.), автор большого труда по строительству «Об архитектуре», в котором он касался также и вопросов техники городского водоснабжения, методики поисков подземных вод, определения ее качества и т. д. Другой крупный строитель того времени – Фронтин (34-104 гг. н.э.), занимавший одно время должность императорского начальника водопроводов Рима, в одном из своих произведений под названием «О водопроводах» указывает, что во II в. до н.э. в Риме было не менее девяти водопроводов, доставлявших в город ежегодно около 1 млн. м³ воды. Водоснабжение Рима было основано в значительной степени на использовании ключевой воды. По мере расширения римского водопровода в его сферу вовлекались ключи окрестностей возрастающего радиуса. С течением времени каптировались все более высоко расположенные ключи с целью подвести в город напорные воды. О темпах расширения римского водопровода можно судить по тому, что строитель Випсаний Агриппа (63-12 гг. до н.э.) в течение одного года построил 130 резервуаров, 700 водоразборных колодцев и 150 бьющих фонтанов. В искусстве добывания воды древние римляне достигли большого совершенства. Они умели отводить воду из рек и озер, собирали воду из естественных ключей, отыскивали подземные водоносные слои, создавали искусственные ключи посредством дренажных рвов, устраивали на длинных расстояниях надземные водопроводы (акведуки) и т.д.

История сохранила нам также описание водоподъемного колеса времен Древнего Рима. Это колесо, названное «тимпаном», использовалось для подачи воды в водопроводную сеть (рис.8). Оно представляло собой обод с большими плоскими лопатками. Нижней частью колесо погружено в поток, приводящий его в движение. Внутри колеса расположены спиральные каналы между лопастями. Эти лопасти зачерпывали в реке воду и выливали ее через пустотелый вал колеса в желоб водопровода. Усовершенствованием в дальнейшем этого водяного колеса и стала турбина.

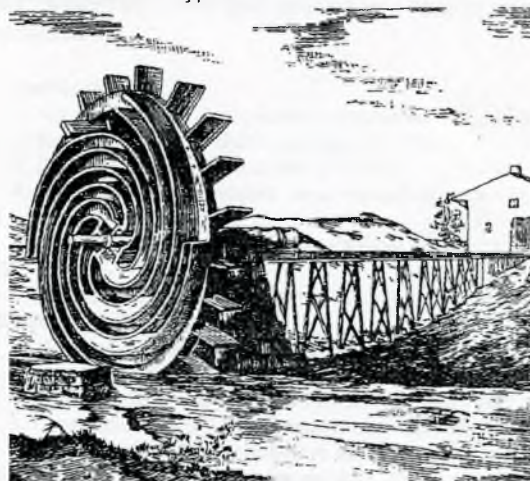


Рис.8. Древнеримское водоподъемное колесо – тимпан.

«Водоприводное» и «водовзводное» дело – так на Руси называлось ремесло по «добыче и доставке» воды. История этого ремесла уходит в глубокую древность. Сначала скифские копанки (поверхностные воды), а затем колодцы (подземные воды), с использованием четочного, ступального и иных подъемников (рис.9).

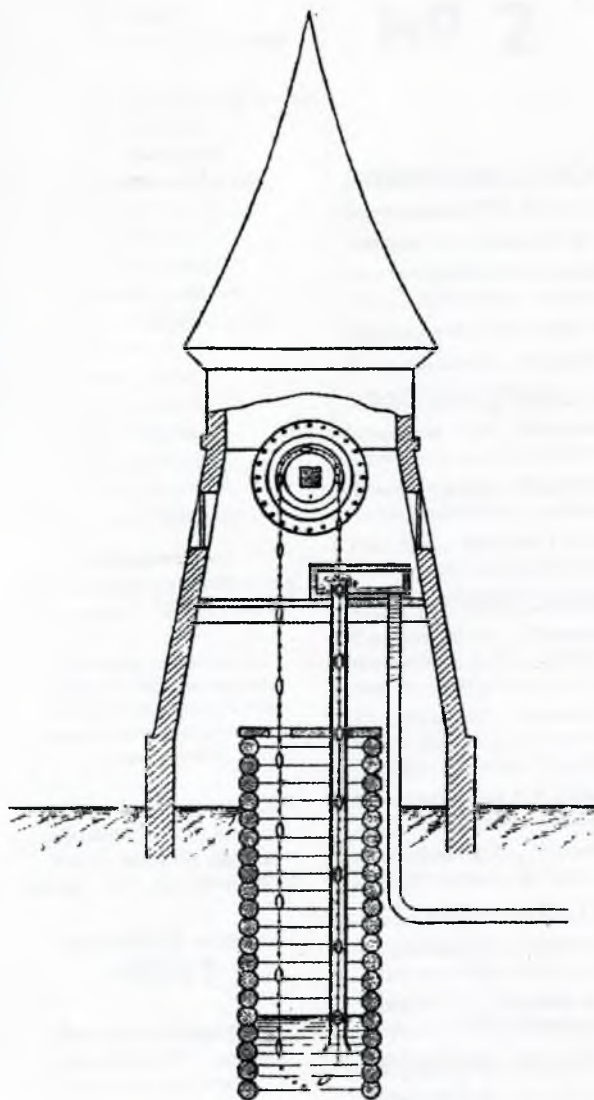


Рис.9. Четочный механизм поднятия воды (реконструкция).

На территории России, Белоруссии, Украины, Молдавии до сих пор строятся ступальные колодцы, журавли, колодцы с колесным воротом (ворот – «баран», «двойной баран») (рис.10). Колодцы с журавлями изображены на Петровском чертеже (1597-1599). Возникновение и рост городов вызывали необходимость их водоснабжения, которое осуществлялось путем использования не только поверхностных, но и подземных вод. В IX-XI вв. уже был накоплен достаточный опыт каптажа родников, устройства колодцев и т. п. Например, из летописей известно о техническом благоустройстве в XI-XII вв. городов Киева и Великого Новгорода. В Новгороде были проложены вдоль улиц желоба и трубы для сточных вод. Раскопками в Новгороде (30-е годы XX в.) обнаружен хорошо сохранившийся самотечный водопровод, проведенный от родников к княжескому двору в XI в. Трубы этого водопровода состояли из

двух не скрепленных половин деревянных стволов диаметром 30 см, тщательно обработанных. Это был первый в Северной Европе водопровод, по которому доставлялась чистая ключевая вода. Во время раскопок в стволах еще струилась прозрачная свежая вода. На высоком техническом уровне были построены водопроводы в Московском Кремле, о чем наш журнал уже рассказывал.

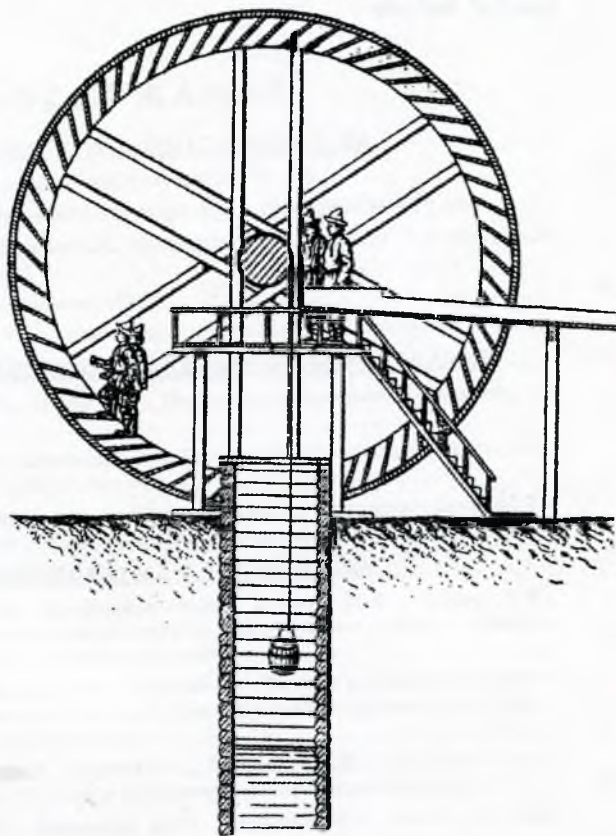


Рис.10. Ступальный механизм поднятия воды (реконструкция).

Вот такие водоподъемные механизмы – рычаг, блок, колесо, ворот, винт – использовались во времена древнего (по V в н.э.) и средневекового (от середины V в. до середины XV в.) мира. Приводились эти орудия в действие с помощью сначала людей и животных, а затем сил природы – воды и ветра. Создание парового двигателя, потом открытие электричества – это уже другая эра водоподъемных механизмов.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Арциховский А.В. Основы археологии. М., 1954.
2. Бисвас Азит К. Человек и вода. Л., 1975.
3. Гинко С.С. Покорение рек. Л., 1965.
4. Гордеев Д.И. История геологических наук. М., 1967. Ч.1.
5. Из истории науки и техники Китая // Сб. статей. М., 1955.
6. Массон М.Е. К истории горного дела на территории Узбекистана. Ташкент, 1953.
7. Мурзаев Э.М. Словарь народных географических терминов. М., 1984.
8. Рыбаков Б.А. Ремесло древней Руси. М., 1948.
9. Супруненко В.А. Молчаливая вода кяриза. М., 1987.
10. Широкова В.А. Родники и минеральные источники Москвы и Подмосковья//Природа, №9, 1997.