

Заключение

Технологические возможности малогабаритных установок более широки, а реализуемые в них процессы могут быть более надежными и безопасными по многим примесям по сравнению с традиционными технологиями. Усовершенствование технологических процессов на водопроводных станциях очистки в системах централизованного водоснабжения и прогресс в технологиях, разрабатываемых для малогабаритных установок, способствуют также развитию крупномасштабной технологии очистки воды для хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения и очистки сточных вод.

Список использованных источников

1. Качество питьевых подземных вод в сельских населенных пунктах Беларуси // Информационный бюллетень – Мн.: БелНИЦ «Экология». – 1997 – № 5(12) – 22с.
2. Исследование процессов и разработка технологии очистки подземных вод от азотистых соединений в целях водоснабжения сельского населения РБ. отчет о научно-исследовательской работе (заключительный) / Брестский государственный технический университет; рук. С.В. Соколюк. – Брест, 2000. – 88 с. – № ГР 2000819.
3. Кульский, Л.А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды. – Киев: Наук думка, 1983. – 528 с.
4. Kuennew, R.W. Predicting the multicomponent removal of aromatic compounds by a fixed-bed adsorber / R.W. Kuennew, Van Dyke K., J.C. Crittendenn, D.W. Haad // J.AWWA. – 1999. – V. 81, №12. – P 46–58.
5. Лисицин, Е.А. Применение методов мембранной фильтрации. Качество питьевой воды, водоотведение и здоровье населения: Сборник материалов межрегиональной научно-практической конференции, Рязань, 2000 / Е.А. Лисицин, Л.И. Батаева, Е.Е. Катаевский, А.И. Спирин, И.Н. Павлова – Рязань: Поверенный. 2000. – С. 121–122. Рус.. RU. ISBN 5-93550-005.

УДК 628(091):728.8(476.7)

РУРМУС БЕРЕСТЕЙСКОГО ЗАМКА

Басов С.В., Гладышук А.А.

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, РБ, basovs@mail.ru

The article presents results of comparison analysis of literary and archeological data together with still existing fragments of medieval urban water supply systems, on the basis of which the reconstruction of water supply system of Berestyie castle in XVI century was proposed.

Введение

В 2009 г. город Брест официально отметил 990-летие. Один из старейших городов Беларуси вправе гордиться многими событиями своей славной и героической истории, в том числе, связанных с гидротехникой.

2 ноября 2008 г. на заседании межведомственного координационного совета Брестского областного исполнительного комитета по охране материального и духовного наследия была представлена и обсуждена «Концепция сохранения, воссоздания и перспективного использования исторического наследия на территории Брестской крепости» [1]. Представленная концепция вызвала большой интерес, серьезную научную дискуссию и общественный резонанс, не утихающий до настоящего времени.

Необходимость подобной концепции, на наш взгляд, очевидна. Однако практическая ее реализация (после прохождения всех необходимых экспертиз, согласований и широкого общественного обсуждения) должна базироваться на научно-обоснованных выводах, масштабных археологических исследованиях с привлечением широкого круга специалистов – историков, краеведов, археологов, архитекторов, строителей, гидрологов и др.

Данное исследование проводилось в рамках выполнения поручений, предусмотренных пунктами 9 и 10 решения межведомственного координационного совета Брестского облисполкома по охране материального и духовного наследия «Аб мерах па захаванні гістарычнай спадчыны на тэрыторыі Брэсцкай крэпасці (стары горад) і перспектывах аднаўлення, добраўпарадкавання яе аб'ектаў і іх далейшага выкарыстання» (Протокол № 3/21–КАС от 02.10.2008 г.).

Системы городского водоснабжения средневековых европейских городов

На сегодняшний день неизвестно, кто и когда построил первый водопровод в Берестье, а, может, и во всей Беларуси, но то, что он в середине XVI столетия функционировал в Берестейском замке – это неоспоримый исторический факт. Доказательством тому служит «Описание староства Берестейскаго 1566 года» [2] – дошедший до нас подробный письменный источник XVI века. Именно здесь, в Реестре Берестейского замка дано описание водопроводной системы для принудительной подачи воды по деревянным трубам с Буга в замок: *«Рурмусть, або млинъ, с которого вода рурами до замку идетъ, ободномъ колесе в одномъ валномъ великомъ, в которомъ суть помпы медяные, або спижные за штемплями железными и иными потребами к тому належачими, железомъ оперевеними; тамъ жо ещо можетъ бити фалюшъ, або ступа на толчене пороху; тотъ домъ з вежицою; у дверей замockъ нутрний, в немъ свердловъ великихъ до верчена руръ 2.»* [2, с.445].

Исторические факты свидетельствуют, что различные механизмы, приводимые в движение энергией воды, были широко и повсеместно распространены в Европе начиная с VIII-IX в. и до первой половины XX в., в том числе и в относительно отсталых в техническом плане странах – Польше и Великом княжестве Литовском (ВКЛ). Так, только на территории, отошедшей к Австрии к концу XVIII века, после разделов Речи Посполитой, находилось более 5 тысяч водяных мельниц [4].

Наибольшее распространение (вплоть до изобретения в 1830 г. водяной турбины) получили системы, основным элементом которых было горизонтальное или вертикальное водяное колесо, конструкции которого были известны еще с античности [3].

Практически повсеместно были распространены два типа таких колес: подливные и верхнебойные. Подливные колеса были проще в изготовлении и эксплуатации. Они приводились в движение потоком (течением) воды и работали практически на любых реках. Вертикальные подливные колеса были существенно мощнее горизонтальных, а их коэффициент полезного действия (к.п.д.) составлял 20-30 %.

Верхнебойное водяное колесо приводилось в движение не столько за счет удара падающей сверху на его лопасти воды, сколько под действием на нее силы тяжести. Это позволяло эксплуатировать такие системы с к.п.д. до 50-70 %,

при средней мощности 5-7 л.с. Конструкции на основе таких колес, были существенно сложнее подливных, поскольку необходимо было не только сооруже-ние запруды (плотины) для поднятия уровня воды, но и требовалось иметь возможность регулировать скорость падающей на колесо воды – при подаче слиш-ком большого ее количества к.п.д. верхнебойных колес резко снижался [4].

Если в древности вращательное движение водяного колеса использовалось только в двух основных целях – для помола зерна в мукомольных мельницах и в качестве черпаковых подъемников воды (норий), то, начиная с XI столетия, его стали использовать и как источник энергии для других видов работ: при изготовлении сукна, пеньки и бумаги, толчения и измельчения семян, коры, сахарного тростника, заточки и шлифовки металлических режущих инструментов, приводов кузнечных мехов, токарных, лесопильных и сверлильных (с XV в.) станков, станков для получения и резки металлических листов (XV в.), подъемников, насосов и вентиляторов для шахт (XVI в.). В XV в. были разработаны вертикаль-ные и горизонтальные конструкции мощных водяных молотов.

К концу XVI и до начала XIX столетия в Европе энергия воды повсеместно использовалась более чем в 40 различных производствах, в том числе, для сверления дул пушек, перемешивания смесей руды и воды, размельчения сырья при изготовлении стекла, нюхательного табака, гончарной глины, цемента, из-вестковой побелки, пороха и т.п.

Наличие водяных мельниц в средневековом Берестье также упомянуто в «Описании староства Берестейского 1566 года» [2, с.444]: «*Будоване на остро-ве межи Бугомъ за млинами:...*». Для расположенного в то время на реках крупного поселения, а тем более города, это было явлением обыденным, само собой разумеющимся. Возможно, по этой причине автор «Описания» не стал вдаваться в подробности и детали конструкций этих мельниц. Зато детально и обстоятельно описал рурмус. Это позволяет предположить, что водопроводная система подобной конструкции для нашего города была достаточно уникаль-ным и совершенным для своего времени инженерным сооружением. Косвен-ным подтверждением этому, на наш взгляд, является то, что обслуживавший его квалифицированный специалист – *рурмистр* получал вознаграждение «...*водле листу е.кр.мл. (Его Королевской Милости) на тиден кождий по гр. 30, коли до замку вода идетъ.*» [2, с.445]. Не каждый средневековый мастер-ремесленник, и даже, возможно, не всякий инженер-механик, имел документ с королевской подписью и печатью. Любопытен и еще один исторический факт: в 1560 году в столице королевства Польского Кракове рурмистр получал возна-граждение меньше берестейского коллеги – 24 гроша [5, с. 141].

Водопроводы, а вместе с ними и профессия рурмиистра, появились во второй по-ловине XIV в. во многих европейских городах (сохранились документы, датируе-мые 1399 г., касающиеся водопровода в Кракове [6]). Рурмиистр, получавший воз-награждение от города, следил за строительством и функционированием водопро-водов и имел определенные обязательства, закрепленные контрактом.

Сами по себе городские водопроводные коммуникации были практически одинаковой конструкции во всех городах – трудно изобрести трубу особой систе-мы [5, с.147; 10, с.46-53]. Благодаря археологическим исследованиям, сего-дня можно достаточно определенно судить о технологии и материалах, из кото-рых они изготавливались в XVI в.

Как правило, для производства труб использовали высококачественные ошкуренные брёвна из сосны, лиственницы или дуба длиной 2 метра и наружным диаметром 25 см, в которых специальными «...сверлами великими до верченя рурь...», вероятнее всего, с двух противоположных торцов вручную сверлились отверстия диаметром 10 см. Иногда для этой цели использовался сверлильный станок, который приводился в движение водяным колесом. Трубы соединялись друг с другом при помощи специальных железных накладок, которые для уплотнения конопатились пенькой либо мхом со смолой или воском [5, с. 147]. Если предположить, что длина замкового водопровода в Берестье достигала 100 м, то таких труб требовалось не менее 50 штук.

При необходимости ветвления водопровода нужные элементы изготавливали выдалбливанием отверстия одновременно в стволе и ветвях деревьев. Кроме того, для создания в коммуникациях определенного давления воду распределяли по системе вкопанных в землю деревянных бочек, из которых каждая следующая по ходу течения воды была расположена несколько ниже предыдущей. Это также позволяло свободно разворачивать водопровод под любым требуемым углом. Расстояние между бочками составляло от 6 до 7 м. Бочки емкостью в несколько десятков ведер делались, по понятным причинам, закрывающимися. Непосредственно сами трубы укладывались в землю в нужном направлении на глубине примерно 1,2 м и утеплялись лесным мхом.

Сеть трубопроводов подавала воду в установленные в различных точках замковой территории или города резервуары, похожие на бочки, ящики или корыта, частично вкопанные в землю, из которых черпали воду. Чаще всего это были обычные деревянные ящики, оснащенные закрываемым боковым сливом в виде трубки. Напор и расход воды регулировался примитивными задвижками и клапанами. Для этого в трубе вырезали прямоугольное отверстие, в которое вставляли деревянную чурочку, выполняющую роль задвижки или клапана, отсекающего проток воды.

Технологию подачи воды в городскую водопроводную сеть под давлением с помощью рурмуса, наиболее вероятно, изобрели (или существенно модернизировали) средневековые немецкие инженеры, поскольку происхождение термина «рурмус», безусловно, имеет немецкие корни (*Rohr* – нем. труба водопроводная, водосточная; *müssen* – нем. должен, долженствовать; *мурь* – старобел., полесское – должен). Также очевидно, что не только в Германии, но и в других странах Европы в XVI веке уже были инженеры, проектировавшие и строившие водопроводы с рурмусом [5, с. 143].

Известно, что водоподъемные машины со свободно подвешенными черпаками или ведрами, которые при вращении водоподъемного колеса зачерпывали воду и опорожнялись (опрокидывались) над лотком, соединенным с самотечным (гравитационным) водопроводом (акведуком), эксплуатировались в Европе и до XV в. Сохранились документы об этих сооружениях в городах Польши и ВКЛ: Кракове, Сандомире, Вильно, Вроцлаве, Люблине и др. [5–8].

В начале XV в. появились водопроводы с протоком воды под небольшим давлением. Поднятие воды из реки, прошедшей сквозь фильтр из терновой загороди, в

вышерасположенный резервуар (водонапорную башню), обеспечивающий это давление, происходило рурмусом. Первые рурмусы также были оснащены деревянными черпаками, ковшами или ведрами для зачерпывания воды и приводились в действие при помощи водяного колеса.

В ряде письменных источников XV-XVI в. есть различные определения термина «рурмус» – «...гидравлическая машина для поднятия воды, водопровод, помпа, резервуар для воды... рурмус воду подводит, толкает и льет...» [9]. Таким образом, наиболее вероятно, что в XVI в. под рурмусом понимали комплекс технических сооружений городского водоснабжения, состоящий из резервуара для воды, водоподъемного механизма, действовавшего по принципу помпы [5, с. 149], приводимого в движение ротационным водяным колесом, позволяющим качать воду из какого-нибудь природного источника.

Кто построил, где располагался, как выглядел и работал именно берестейский рурмус? В его описании явно указано: «...ободномъ колесе в одномъ валномъ великомъ...», т.е. его водяное колесо было одним и располагалось на большом валу. Ясно также, что он был расположен рядом с Бугом и на некотором расстоянии от замка («...вода рурами до замку идетъ...»). Как показывают планы города 1657 года, таким подходящим местом мог являться северо-западный мыс Замкового острова, где Мухавец впадает в Буг. Именно отсюда был наикротчайший путь подачи воды с Буга к замку, который мог не превышать 100-150 м.

В сохранившихся в королевском архиве Кракова документах есть упоминание о Петре из Чехии (*Piotr Boemus*) – мастере, который за королевские средства в 1547 г. строил водопровод в Вильно – столице ВКЛ [5, с. 144]. В.К. Гришин в работе [9] предполагает, что виленский рурмус мог построить приехавший в Вильно в XVI в. инженер Ульрик Хозиус или его сын Ян Хозиус. На наш взгляд, достаточно высока вероятность того, что мастер, имевший «королевскую лицензию» и построивший рурмус в Вильно, сделал это же и в Бересте, расположенном как раз по дороге из столицы ВКЛ в столицу Королевства Польского.

Это предположение позволяет сделать определенные выводы и относительно возможной конструкции берестейского рурмуса.

В 1983 г. проводились археологические исследования территории за пределами южной части городской оборонительной стены средневекового Вильнюса. В процессе работ были обнаружены остатки фундаментов стены XVI в., расположенной перпендикулярно городской оборонительной стене. На месте пересечения ее с оборонительным рвом, от стены на подпорную стену рва была переброшена арка предполагаемой шириной 2—2,5 м.

В 40 метрах южнее городских ворот Аушрос, на двухметровой глубине были раскопаны остатки башни, сохранившейся на высоту 1,5 м. Эта башня, судя по контуру внешней стены, была овальной формы и имела размеры по внешнему контуру 15,5 x 11,5 м. Внутреннее пространство башни было примерно 11,5 x 7,5 м.

Авторы проведенных исследований предположили, что обнаружили остатки основного элемента системы городского водоснабжения – рурмуса. Водоподъемный механизм, вероятнее всего, располагался в самой башне, для чего и была сооружена платформа внутри нее. Башня стояла в искусственном водоеме, ко-

торый с севера окружала насыпь с плотинами и шлюзами. Её изображение есть на плане виленских оборонительных укреплений Фридриха Гетканта 1648 г. Из шлюзов вода попадала в башню через найденное археологами отверстие в стене и приводила в движение верхнебойное водяное колесо. Вращение колеса, в свою очередь, позволяло работать механизму рурмуса, который при помощи помп закачивал воду в водонапорный резервуар, расположенный в этой же башне выше. Дальше вода по желобу в соединяющей стене, через ров и оборонительную стену поступала в водоприемник — возможно вкопанный в землю резервуар, откуда по деревянным трубам, прямо под землей, поступала в город [9].

Ясно, что здание берестейского рурмуса было деревянным, а не каменным, как в Вильно. Если бы здание было *«мурованым»*, то о нем в «Описании» (или других источниках) обязательно была бы дополнительная информация, а также его бы соответствующим образом обозначили на известных средневековых планах Берестья. На возможное наличие водонапорной емкости в берестейском рурмусе, на наш взгляд, указывает фраза из текста «Описания»: *«...тотъ домъ з вежицою...»*. Однако могла ли небольшая башня обеспечить необходимый напор для подачи воды в замок? Ведь средневековые замки, как правило, возводили на естественных или искусственных возвышенностях. Берестейский также стоял на высоком Замоквом острове, недалеко от места впадения Мухавца в Буг. Для того чтобы подать воду в замок, необходимо было преодолеть значительный перепад высот. При помощи большой водонапорной емкости, как в Вильно, в Берестье эта проблема вряд ли могла быть решена.

На наш взгляд, емкость обеспечивавшая необходимое давление в водопроводной системе Берестейского замка находилась непосредственно в нем, т.е. за крепостной стеной, а вода туда подавалась трубами от насоса (помпы) рурмуса, расположенного на берегу Буга. Весь механизм приводился в действие вращением простого по конструкции подливного водяного колеса большого размера, которое, само по себе, всегда ассоциируется с водяной мельницей — млыном: *«...Рурмусъ, або млынъ, с которого вода рурами до замку идетъ...»*. Подобная система функционировала во многих соседних городах Польши, в частности, в Люблине [7]. Конечно, этот вариант, с точки зрения длительной обороноспособности замка, менее убедителен — в случае нападения колесо и сам рурмус, расположенные непосредственно на реке, легче вывести из строя и сразу прекратить подачу воды в замок.

Механизм берестейского рурмуса был расположен не в башне (веже), как в Вильно, а в *доме*, т.е. в прямоугольном или квадратном в плане здании. Вращением большого вала водяного колеса приводились в действие механизм насоса (помпы) и одновременно с ним молоты или ступы, предназначенные для таких трудоемких процессов, как сукновальное производство и измельчение пороха: *«...тамъ жо ещо можетъ бити фалюшь, або ступа на толчене пороху...»*.

Что касается непосредственно конструкции самого водяного насоса — помпы, то он описан достаточно подробно: *«...помпи медяние, або спижние за штемплями железными и иними потребами к тому належачими, железомъ опревеними...»* — или, говоря современным языком, медные или бронзовые со всеми необходимыми железными принадлежностями.

Насос рурмуса, вероятно всего, представлял собой два сообщающихся поршневых цилиндра, оборудованных клапанами, из которых поочередно вытеснялась вода. Он приводился в действие кулачковыми механизмами вала водяного колеса, которые по очереди нажимали на плечи рычага. Известно, что насосы такого типа широко использовались ещё в античные времена для тушения пожаров и отличались высоким качеством изготовления. Подобные насосы, приводимые в действие мускульной силой, вплоть до открытия электричества повсеместно использовались, как для тушения пожаров, так и во флоте для откачки воды из трюмов терпящих бедствие кораблей [3].

Заключение

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Система водоснабжения Берестейского замка XVI в. соответствовала передовым европейским технологиям того времени и была уникальной в своем роде, т.к. являлась одной из древнейших, если не самой древней для городов ВКЛ, расположенных на территории современной Беларуси.

2. Возможной реконструкции берестейского рурмуса в рамках Концепции сохранения, воссоздания и перспективного использования исторического наследия на территории Брестской крепости должны предшествовать масштабные археологические исследования, которые, без сомнения, принесут более определенные результаты относительно месторасположения и типа конструкции системы водоснабжения средневекового Берестейского замка.

Список использованных источников

1. Гайдукович, М.М. Концепция сохранения, воссоздания и перспективного использования исторического наследия на территории Брестской крепости. Приложение I. Протокол № 3/21–КАС координационного совета по охране материального и духовного наследия от 02.10.2008 г.

2. Описание старства Берестейскаго 1566 года. Документы Московского архива Министерства юстиции / Под ред. М. Довнара-Запольского. – М., 1897 – Т. 1. – С. 205–448

3. The Pneumatics of Hero of Alexandria from the original Greek translated for and edited by Bennet Woodcroft professor of machinery in University College, London: Taylor Walton and maberly upper gower street and ivy lane paternoster row, 1851.

4. Рейнолдс, Т.С. Средневековые корни промышленной революции // Т.С. Рейнолдс // В мире науки. – Scientific American. 1984. – № 9.

5. U. Sowina. Budowniczość wodociagów w miastach polskich w XV-XVI wieku // *Archaeologia Historica Polona*, tom 7, 1998, Materiały z IV sesji naukowej Uniwersyteckiego Centrum Archeologii Średniowiecza i Nowożytności, S.139–155.

6. Carter, F.W. Trade and urban development in Poland: an economic geography of Cracow, from its origins to 1795 / F.W. Carter – Cambridge University Press, 1994

7. S.A.Bartoszewski, Z.Michalczyk, J. Piszcz. Hydrological consequences of the water management in the Lublin area. *Acta Univ.Olomuc. Fac.Rer.Nat.*(2000), *Geographica* 36. – P.19–25.

8. *Encyklopedia Wrocławia* – Wrocław: Wydawnictwo Dolnośląskie, 2001

9. Гришин, В.К. Вильнюсский Рурмус / В.К. Гришин // Археология и история Пскова и Псковской земли: краткие тезисы докл научн.-практ. конф. – сб. 2.– Псков, 1988 год [электронный ресурс]. – 2010. – режим доступа: <http://arheologi.livejournal.com/73708.html>. – Дата доступа: 01.03.2010.

10. Археологія Беларусі: у 4 т. / рэдкал.: В.М.Ляўко [і інш.]. – Мінск: Беларуская навука, 2001. – т. 4: Помнікі XIV-XVIII стст. / В.М.Ляўко [і інш.]. – 2001. – 597 с.