

## ЛАБОРАТОРИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ МИКРО-ГЭС И МАЛЫХ ГИДРОУЗЛОВ

Никоноров Б.М. – аспирант; Ладейщиков С.Ю. – студент;

Иванов В.М. – д.т.н., профессор; Иванова Т.Ю. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова (г.Барнаул)

Для решения проблемы энергоснабжения и оптимального использования гидроэнергетического потенциала Алтайского края при ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова», по просьбе и активном содействии АО «Алтайэнерго», была создана лаборатория комплексных исследований микро-ГЭС и малых гидроузлов, которая позволила создать единую методику разработки микро-ГЭС и малых гидроузлов Алтайского края на основе физического моделирования с использованием комплексного гидравлического стенда.

Лаборатория комплексных исследований микро-ГЭС и малых гидроузлов, состоит из пространственной площадки и гидравлического лотка, которые имеют следующие характеристики [1,2]:

- пространственная площадка 6x10 м и расходом воды до 300 л/с необходима для моделирования в соответствующем масштабе всего гидроузла;

- гидравлический лоток служит для моделирования водосбросных сооружений и нагрузки действующей на крепление нижнего бьефа. Экспериментальный лоток выполнен из массивного проката: швеллер N16, стальной лист толщиной 5 мм, и имеет длину 10 м, а ширину 1,3 м. Начальная часть лотка длиной 3 метра имеет высоту 1,3м, а остальная 0,7м (рис.1).

В лотке на расстоянии 3 м от его начала была установлена разборная универсальная модель водосливной плотины, выполненная из органического стекла, что позволило добиться высокой точности изготовления оголовка, очерченного по координатам Кригера-Офицерова, и водосливной грани, имеющей в своем конце уступ. Плотина выполнена сборно-разборной из органического стекла блочного типа

В головное устройство лотка вода подавалась двумя трубами диаметром 300 мм из основного резервуара, в который она поступала, нагнетаемая насосами из сборного резервуара. Оно было снабжено успокоителем и мерным треугольным водосливом. Величина расхода измерялась с точностью до 1-2 %.

В начале лотка для получения равномерного потока были установлены вертикальные решетки, одна из которых была выполнена в виде набора трубок диаметром 10 см и длиной 50 см. Для гашения энергии волнения в верхнем бьефе была использована горизонтальная плавающая на поверхности решетка. Таким образом, при установившемся режиме колебания верхнего бьефа практически отсутствовали. Этому способствовала и значительная длина подходного участка лотка до плотины. Расстояние от основания плотины до конца лотка составляло 7 м, т.е. в 15-20 раз сооружений нижнего бьефа, имевшей место при различных расходах, в формах сопряжения бьефов и высотах уступов. Этого вполне достаточно при изучении гидродинамических нагрузок в области водобоя.

В конце лотка был установлен поворотный затвор с переливом воды через него, при помощи которого легко устанавливались нужные уровни воды в нижнем бьефе. Уровни нижнего и верхнего бьефов измерялись пьезометрами в створах, расположенных на расстоянии не менее 4-х максимальных напоров от гребня модели водосливной плотины и сбросного затвора соответственно. Точная фиксация уровней верхнего и нижнего бьефов, а также измерение статического (осредненного) давления по оси лотка осуществлялись с помощью пьезометров, имеющих диаметр 30 мм, что значительно больше впускного отверстия пьезометра и имевшего диаметр 0,8 мм. Это предотвращает колебания уровней в пьезометрах.

Лоток имеет также подвижную тележку с установленными на ней мерной иглой с ценой деления 0,1 мм для фиксации уровня воды в нижем бьефе и микровертушкой для регистрации осредненных скоростей течения[3].

Исследования проводимые на гидравлическом стенде в лаборатории комплексных исследований гидроузлов, микро-ГЭС, позволят решить следующие задачи и проблемы, встающие перед научным коллективом:

1. Изучение фундаментальных закономерностей и механизмов процессов, протекающих: в проточных трактах микро-ГЭС; в водохранилищах малых гидроузлов; при гашении энергии потока в нижних бьефах гидроузлов; при управлении речными потоками.

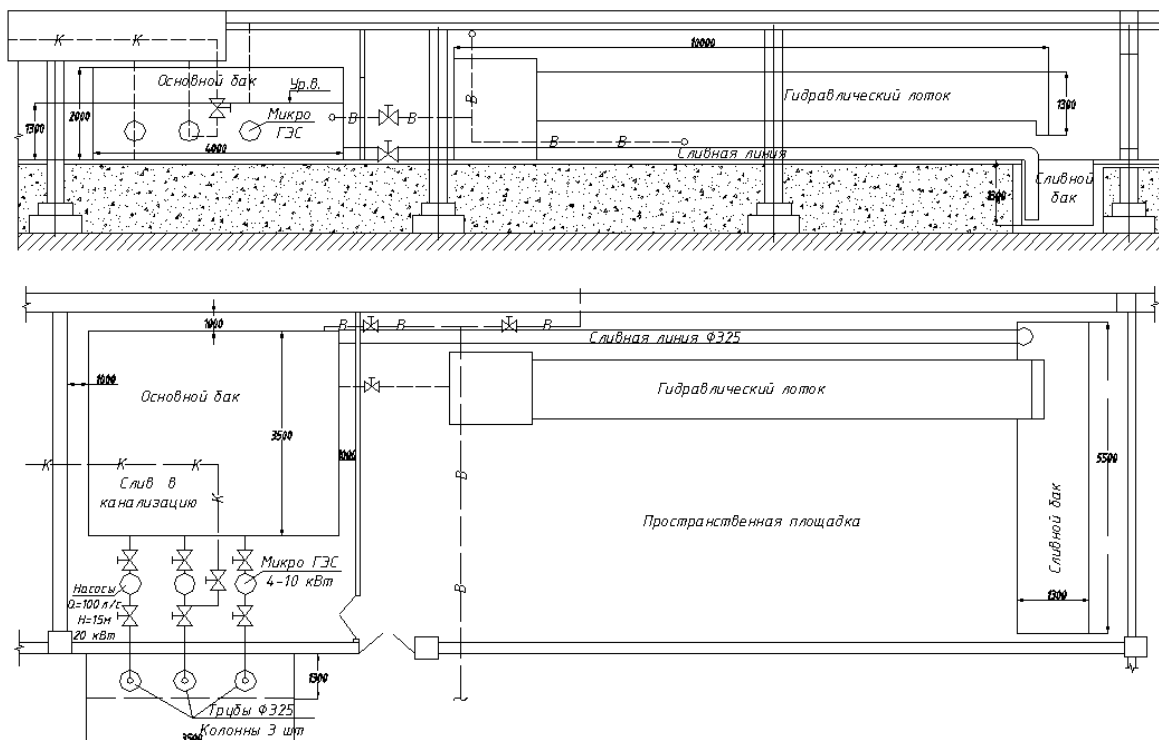


Рисунок 1 - Гидравлический стенд для комплексных исследований гидроузлов, микро- и мини-ГЭС

2. Создать опытные образцы микро- и мини-ГЭС и гидрогасителей нового поколения на основе результатов исследования модельных образцов. Провести испытания на комплексном гидравлическом стенде микро- и мини-ГЭС и гидрогасителей, снять характеристики и оценить уровень их эксплуатационных свойств.

3. На основе результатов физического моделирования и испытаний опытных образцов разработать комплекты рабочей документации на промышленные образцы микро- и мини-ГЭС и гидрогасителей нового поколения для комплексного использования местных гидротехнических ресурсов.

### Список литературы

1. Справочник по гидравлическим расчетам/ Под ред. П.Г.Киселева М.: Энергия, 1974 г. – 468 с.
2. Чугаев Р.Р. Гидравлика.- Ленинград: Энергоиздат, 1982 г. - 673 с.
3. Лаборатории комплексных исследований гидроузлов, микро- и мини-ГЭС Алтайского государственного технического университета им.И.И.Ползунова – 15 лет / Т.Ю. Иванова, Б.В. Семкин, В.М. Иванов, А.А. Блинов, А.В. Соколов, А.М. Аксенов/ Материалы межд. науч.-практ. конф. «Безопасность речных судоходных гидротехнических сооружений» - Санкт-Петербург: Изд-во СПГУВК, 2007. – С.55-59.

## ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ И НЕТРАДИЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Романенко Р.В. – студент; Блинов А.А. – инженер;

Степанова П.В. – доцент; Афонин В.С. – к.т.н., доцент; Иванов В.М. – д.т.н., профессор  
Алтайский государственный технический университет им.И.И.Ползунова (г.Барнаул)

Производство электрической энергии является одной из основных отраслей промышленности из-за динамичных научно-технических и социальных процессов происходящих в мире. Важной чертой существующей энергетической системы России является её высокая централизация. Около 90% общего количества электроэнергии производится крупными электростанциями на органическом топливе, гидравлическими и атомными станциями, которые выдают её в сеть, образованную мощными высоковольтными линиями электропередачи (ЛЭП). 87% населения страны получают электроэнергию централизованно. Из 70 энергетических подсистем России 44 являются дефицитными по электрической мощности и энергии, причем, в половине этих энергетических подсистем дефицит составляет 50% и более. Развитие и реконструкция объектов традиционной энергетики России требуют огромных капиталовложений, так как около 57% оборудования энергетических объектов имеет износ более 50%, примерно 11% - полностью выработало ресурс [1].

Вместе с тем, зоны децентрализованного энергоснабжения и не электрифицированные зоны составляют около 70% территории России, на которых проживает свыше 15 млн. человек. Это территории Крайнего Севера, Дальнего Востока, Сибири, Бурятии, Якутии, Алтайского края и Республики Алтай, Курильских островов, Камчатки, небольшой части центральной России. В сложившейся ситуации для удовлетворения потребностей населения в электрической энергии, особенно в районах, удаленных от централизованных энергетических сетей, становится необходимым развитие возобновляемой энергетики, в том числе, нетрадиционной и малой. Важность решения проблемы обеспечения человечества энергией в будущем обусловлена также ограниченностью запасов ископаемых видов топлива и требованиями обеспечения экологической безопасности. Одним из перспективных направлений развития современной энергетики является использование **возобновляемых и нетрадиционных источников энергии (ВНИЭ)**: Солнца, ветра, биомассы и малых рек. Основными преимуществами ВНИЭ являются неисчерпаемость и экологическая чистота. Их использование не изменяет энергетический потенциал планеты. Поэтому во всех странах растёт выработка электрической и тепловой энергии на базе возобновляемых энергетических ресурсов [2]. Энергоснабжение с использованием ВНИЭ (и в частности, отдаленных районов Алтайского края) все чаще рассматривается как альтернативный вариант сельской электрификации. Он считается экономически более приемлемым и экологически безопасным. Однако прежде следует узнать характеристику и технический потенциал основных ВНИЭ Алтайского края: Солнца, биомассы, ветра, рек и малых водных потоков.

*Энергия Солнца.* Производство электроэнергии энергоустановками, использующими солнечную энергию, сдерживается рядом трудностей. Основным недостатком солнечной энергии является ее зависимость от состояния атмосферы, времени суток и года. Это означает, что при автономном энергоснабжении солнечная электростанция (СЭС) должна иметь аккумулятор или накопитель солнечной энергии, дополнительный источник энергии, следящую систему. Для получения большого количества энергии требуются коллекторные поверхности большой площади. Электроэнергию за счет использования солнечной энергии можно получить либо в теплосиловых установках, в которых тепло от сгорания топлива заменяется потоком концентрированного солнечного излучения, либо в установках прямого преобразования энергии, основанных на применении полупроводниковых фотоэлектрических преобразователей (ФЭП). ФЭП светового потока в электроэнергию имеют низкий КПД и изготавливаются из дорогостоящего моно- или поликристаллического

кремния. Поэтому строительство СЭС на основе ФЭП сегодня сдерживается из-за высокой стоимости вырабатываемой электроэнергии – более 2000-3000 долларов США за 1 кВт (60-90 тыс.руб.), при этом себестоимость 1 кВт·ч вырабатываемой энергии составляют 54–74 руб. Одним из перспективных направлений снижения стоимости электроэнергии является использование концентраторов солнечного излучения, которые нуждаются в следящих системах [3]. В Алтайском крае нет разработчиков и производителей СЭС, но поставку установок зарубежных фирм осуществляет ООО «ВИТОТЕХ», некоторые такие установки установлены на крыше гостиницы «Барнаул» для горячего водоснабжения в летнее время.

*Биомасса* – наиболее дешевая и масштабная форма аккумулирования возобновляемой энергии. Термин «биомасса» включает материалы биологического происхождения (древесина, древесные отходы, торф, листья, специально выращиваемые высокоурожайные агрокультуры и растения и т.п.), продукты жизнедеятельности и отходы органического происхождения. Переработка биомассы в топливо осуществляется по трем основным направлениям: биоконверсия – разложение органических веществ растительного и животного происхождения в анаэробных условиях (без доступа воздуха) специальными видами бактерий с образованием газообразного топлива (биогаза) и (или) жидкого топлива (этанола, бутанола и др.); промышленная конверсия (пиролиз, газификация, быстрый пиролиз, синтез) твердых органических веществ (дерева, торфа, угля) в «синтез-газ», метанол, искусственный бензин, древесный уголь; сжигание отходов в котлах и печах специальных конструкций. Биогенераторы или газогенераторные установки в сочетании с двигателями внутреннего сгорания, свободно поршневыми двигателями или газовыми турбинами могут использоваться для выработки тепловой и электрической энергии для автономных потребителей. Наиболее высокий КПД (40–45 %) имеют газотурбинные установки. В результате анаэробного сбраживания, пиролиза или газификации биомассы в потоке пара получают биогаз, являющийся экологически чистым газообразным топливом; он может складироваться (являться аккумулятором энергии) и использоваться по мере необходимости.

В Алтайском крае по созданию оборудования для переработки биомассы занимается ЗАО «Сибгагромаш», разрабатывающий экспериментальный образец по переработке опилок в газ, а в ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им.И.И.Ползунова» на кафедре «КиРС» разработаны энергоэффективные котлы для сжигания древесных опилок. Так же в ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им.И.И.Ползунова» ведутся работы по созданию проекта энергоэффективного экологического дома и по переработке отходов животноводства в биогаз.

*Энергия ветра.* Ветроэлектростанции (ВЭС) сегодня достигли уровня коммерческой зрелости, и в местах с благоприятными скоростями ветра могут конкурировать с традиционными источниками электроснабжения. Из возможных устройств, преобразующих энергию ветра в механическую работу, в подавляющем большинстве случаев используются лопастные машины с горизонтальным валом, устанавливаемым по направлению ветра. Намного реже применяются устройства с вертикальным валом. Ветер, как источник энергии, характеризуется малой плотностью энергии и крайним непостоянством во времени. Кинетическая энергия, переносимая потоком ветра через площадь  $1 \text{ м}^2$  пропорциональна кубу скорости ветра. Поэтому установка ВЭС оказывается целесообразной только в местах, где среднегодовая скорость ветра не менее 5-7 м/с, а эквивалентное число часов в году, при котором вырабатывается номинальная мощность, не менее 2000 (80 дней), к которым можно отнести некоторые районы Алтайского края.

Широкому распространению ВЭС мешает, в первую очередь, непостоянство скорости ветра. Колебания скорости ветрового потока приводят к значительным изменениям мощности ветродвигателя. Поэтому автономные ВЭС в большинстве случаев строят с аккумулирующими устройствами или аккумуляторными батареями, либо резервируют их электроустановками на органическом топливе, либо используют энергию ветра в комплексе

с другим видом возобновляемой энергии. Перспективными решениями при создании ЭС являются технологии совместного использования энергии ветра и Солнца; ветра и водных потоков; ветра и биомассы. ВЭС должны эффективно работать при самом слабом ветре. При этом стоимость 1 кВт установленной мощности ветроэлектрической установки составляет примерно 2000-5000 долларов (60–150 тыс.руб.) в зависимости от мощности установки, а себестоимость 1 кВт·ч вырабатываемой энергии составляют 30–70 руб. На территории Алтайского края разработкой ветроэнергетических установок занимается ЗАО «Сибпромаш» и ученые ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им.И.И.Ползунова», с максимальной вырабатываемой мощностью соответственно 4 и 1 кВт.

*Энергия малых рек* среди ВИЭ занимает весьма существенное место по запасам и масштабам использования. Объясняется это высокой энергетической плотностью потока воды и относительной временной стабильностью режима стока большинства рек. Большая плотность воды, по сравнению с воздухом (в 846 раз), определяет, при прочих равных условиях, соответствующее уменьшение массогабаритных и стоимостных показателей рабочего колеса гидротурбины, по сравнению с ветроколесом. Стабильность потока воды и широкие возможности по регулированию его энергии позволяют использовать более простые и дешевые системы генерирования и стабилизации параметров производимой электроэнергии. В итоге гидроэлектростанции (ГЭС) производят более дешевую электроэнергию, по сравнению с ВЭС, а также с энергоустановками, использующими другие виды ВИЭ. Так например, приведённые годовые затраты на 1 кВт установленной мощности малой гидроэнергетики в одном из районов, удалённых от централизованного энергоснабжения (Томская область), составили 500-1000 долларов (13–25 тыс.руб.), и соответственно себестоимость 1 кВт·ч энергии составила 6–13 руб.

Таким образом, с экономической и технической точек зрения, наиболее перспективной ВНИЭ, предназначенным для электроснабжения автономных сельскохозяйственных потребителей небольшой мощности, является микро-ГЭС. К тому же в Алтайском крае и Республике Горный Алтай есть опыт реализации проектов по созданию объектов малой гидроэнергетики различной мощности. Учеными ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им.И.И.Ползунова» была создана и установлена микро-ГЭС на базе осевой гидротурбины мощностью 4 кВт на притоке реки Саратанка, в международном детском туристическом лагере «Кох-Таман», находящемся в 15 км от села Саратан Улаганского района Республики Горный Алтай. Так же были созданы микро-ГЭС на базе водоналивных колес на Колыванском камнерезном заводе и на оз.Белом, с гидравлической мощностью соответственно 50 и 10 кВт. Ведутся работы по созданию мини-ГЭС на базе радиально-осевой гидротурбины мощностью 500 кВт на водосбросных сооружениях ОАО «Барнаульского Водоканала». При этом оборудование, устанавливаемое на всех вышеуказанных микро-ГЭС, разрабатывалось и испытывалось в лаборатории комплексных исследований гидроузлов и микро-ГЭС ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им.И.И.Ползунова».

### Список литературы

1. Стребков Д.С. Проблемы развития возобновляемой энергетики // Механизация и электрофикация сельского хозяйства. – 1997, № 6. – С. 4-8.
2. Тарнижевский Б.В., Резниковский А.Ш. Оценка масштабов использования возобновляемых источников энергии в электроэнергетике России на период до 2015 года.// Изв. АН, Энергетика. – 1997, № 4. – С. 72-80.
3. Характеристика и возможность использования возобновляемых и нетрадиционных источников энергии для электроснабжения потребителей небольшой мощности на территории Алтайского края / Сёмкин Б.В., Иванов В.М., Свит П.П., Иванова Т.Ю./ В журнале «Вестник Алтайской науки» – Барнаул.: Изд-во АлтГТУ, 2008 г. – Вып.2(2). – С.113-122.

## ПЕРСПЕКТИВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ МАЛОЙ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ

Мещерякова В.А. – студентка; Пальшин В.А. – аспирант;

Воронов А.С. - к.т.н., доцент; Иванова Т.Ю. – к.т.н., доцент; Иванов В.М. – д.т.н., профессор  
Алтайский государственный технический университет им.И.И.Ползунова (г.Барнаул)

Алтайский край относится к индустриально-аграрным регионам страны и является крупным поставщиком продовольствия, сельскохозяйственной, машиностроительной продукции, энергетического, транспортного профиля, товаров химической и нефтехимической промышленности. Уровень развития экономики края зависит от развития и состояния электроэнергетики.

Более 50% электроэнергии Алтайский край получает извне. Примерно 46–48% электрической мощности край покрывает за счет собственных энергоисточников: ТЭЦ в городах Барнауле, Бийске, Рубцовске, работающие на углях Кузнецкого завода, Нуренгринского, Канско-Ачинского месторождений и на мазуте. Половина территории Алтайского края не имеет централизованного энергоснабжения, примерно 20% территории края вообще не электрифицировано.

Дефицит электроэнергии и резкие скачки ее стоимости ставят экономику Алтайского края в зависимое положение от колебания цен на электроэнергию. В условиях рынка это уменьшает конкурентоспособность производимой в крае сельскохозяйственной и промышленной продукции. Кроме этого, слабая энерговооружённость отдельных сельскохозяйственных районов ввиду дороговизны строительства линий электропередач, а зачастую просто невозможности их прокладки, делает невыгодным хозяйственную деятельность в них.

Алтайский край и Республика Алтай обладают значительными ресурсами малой гидроэнергетики, которые формируются в пределах Алтайского края (около 40 %) и Республики Алтай (60 %). На территории края протекает 17085 рек общей протяженностью 51004 км, из них 16309 (95 %) длиной менее 10 км и 776 (5 %) - более 10 км, в т.ч. 32 реки протяженностью более 100, из них 3 - более 500 км [1, 2]. По нашим оценкам и предварительным проработкам проведенным Красноярскгидропроектом только использование гидроэнергетического потенциала малых рек и их притоков таких, например, как Песчаная (экономически целесообразно строительство восьми малых ГЭС), Ануй (семь малых ГЭС), Чарыш (одиннадцать малых ГЭС) могло бы дополнительно дать Алтайскому краю ориентировочно 1540 млн.кВт.час в год (рис.1).

Возведение гидроузлов каскадным методом значительно снизит стоимость их строительства так как строительные организации участвующие в этом накопят за время строительства (2-3 года) необходимые основные фонды и квалификацию рабочих и ИТР и могут участвовать в строительстве следующих гидроузлов. А средства, затраченные на строительство малых ГЭС, в результате самокупаемости, через 3-5 лет могут быть вложены в следующие объекты строительства малых ГЭС [3, 4].

Вместе с тем, строительство вышеуказанных малых гидроузлов требует всесторонней тщательной индивидуальной проработки: экономической, технической, экологической и социальной. Это позволит избежать ошибок при проектировании, строительстве и эксплуатации каждого малого гидроузла.

Так, например, при проведении нами предварительной экспертизы технического проекта Краснодарского гидроузла на р.Песчаной (рис.2,3) было выявлено, что при пропуске редкого катастрофического паводка возможен перелив потока воды через гребень земляной плотины и как следствие разрушение ее, что связано с недостаточно тщательной проработкой водопропускных сооружений и требующих дополнительно модельных испытаний.

В решении проблемы энергоснабжения сельских районов а так же предгорных районов Алтайского края и Республики Алтай существенную роль может оказать и использование

простого в изготовлении и эксплуатации, экономичного и экологически безопасного автономного источника электроэнергии каковым является микро- и мини-ГЭС. По данным приведенным в постановлении администрации Алтайского края от 10.05.95 №168 “О региональной программе развития энергетики Алтайского края на период до 2010 года” использование 0,01% технического гидроэнергетического потенциала малых рек с помощью бесплотинных микро- и мини-ГЭС на территории края позволит получить 768 млн.кВт.ч. в год.

В настоящий момент имеются разработки микро- и мини-ГЭС в России и за рубежом: ЗАО «МНТО ИНСЭТ», г.Санкт-Петербург (гидроэнергетические установки (ГЭУ) мощностью от 10 до 1000 кВт); РАМИНЭ «МАГИ» г. Москва (ГЭУ мощностью от 5 до 100 кВт) и ЗАО «Тяжмаш», г.Сызрань (ГЭУ мощностью от 500 кВт) [5].

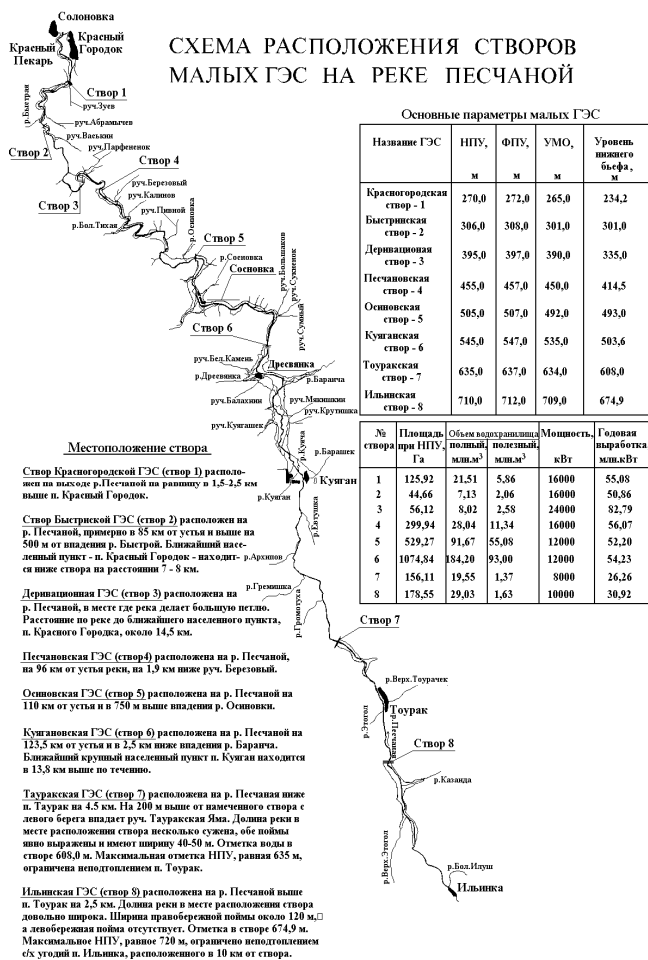


Рисунок 1 - Схема расположения створов малых ГЭС на р.Песчаной

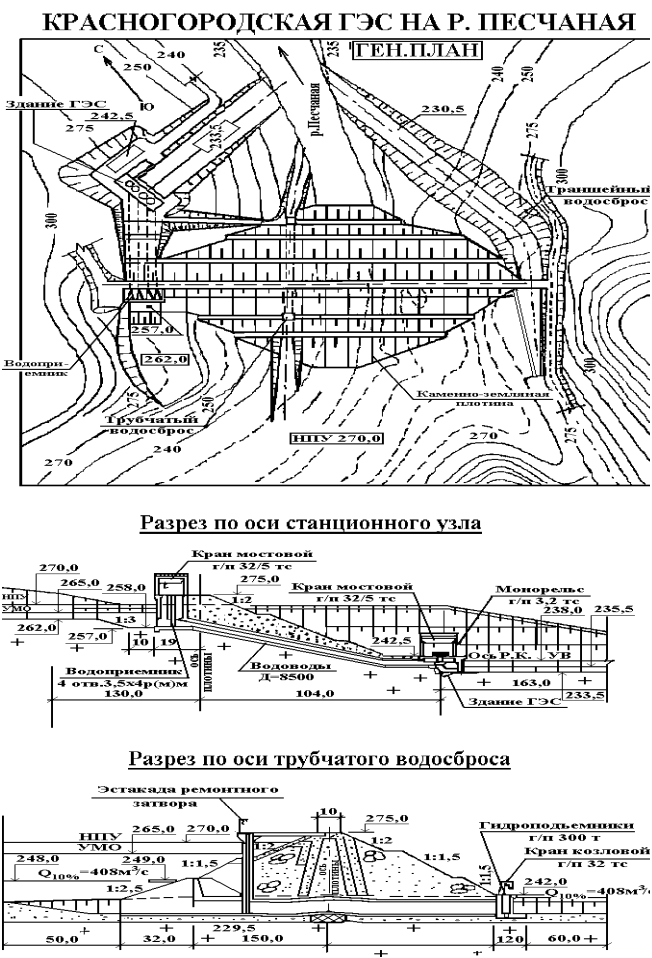


Рисунок 2 - Генплан Красногородской ГЭС на р.Песчаной и разрезы по осям

Недостатками этих Микро-ГЭС являются: дороговизна (так, например, стоимость 1кВт установленной мощности произведенной оборудованием ЗАО «МНТО ИНСЭТ», г.Санкт-Петербург, варьируется от 1000 до 2000 у.е., в зависимости от класса и типа оборудования), отсутствие широкого набора типоразмеров на различные мощности при различных располагаемых расходах и напорах водотоков, а также отсутствует единая фундаментальная методика их расчёта основанная на экспериментальных исследованиях.



**Основные характеристики гидроузла**

Наименование показателей	Ед.изм.	Значение
Установленная мощность	МВт	16,0
Среднегодовой расход	м <sup>3</sup> /с	24,1
Среднегодовой выработка	млн кВт·ч	55,08
Нормальный гидростатический уровень	м	270,0
Уровень мертвого объема	м	265,0
Площадь водохранилища при НПУ	га	325,0
Полезный объем водохранилища	млн м <sup>3</sup>	21,31
Полезный объем водохранилища	млн м <sup>3</sup>	5,48
Максимальный сбросный расход	м <sup>3</sup> /с	477,0
Глубина работки водохранилища	м	5,0
Количество агрегатов	шт.	4



**Таблица основных объемов работ**

Наименование работ	Ед.изм.	Сооружения				Всего
		Плотина	Траншейный водосброс	Дожельный водосброс	Стационарный узел	
1. Выемка рыхлых грунтов	тыс.м <sup>3</sup>	50	61,4	45	61,8	218,2
2. Выемка скалы, всего	тыс.м <sup>3</sup>	—	205,1	—	270	475,1
3. Насыпь, всего	тыс.м <sup>3</sup>	863,4	—	—	—	863,4
в т.ч. ядро	тыс.м <sup>3</sup>	130,8	—	—	—	130,8
переходные зоны	тыс.м <sup>3</sup>	184,5	—	—	—	184,5
упорные прямые	тыс.м <sup>3</sup>	548,1	—	—	—	548,1
4. Укладка железобетона	тыс.м <sup>3</sup>	—	14,5	15,1	15,9	45,5
5. Монтаж мех.оборудования	т.	—	—	275	103,8	378,8
6. Монтаж металлоконструкций	т.	—	—	255,6	149	404,8
7. Монтаж гидротехнического оборудования	МВт/гн	—	—	—	16,014	16,01
8. Выходные строения (стр. объем)	тыс.м <sup>3</sup>	—	—	—	9,7	9,7
9. Инъекционная завеса	тыс.м <sup>2</sup>	4,5	—	—	—	4,5

**Примечания**

1. Топонома получена пантографированием с карт государственной съемки масштаба 1 : 25 000.
2. Геология составлена по фоновым ПГО ЗАБСибгеология и реконструированного обследования р.Песчаной, выполненного в 1993 г.
3. Размеры и отметки даны в метрах.

Рисунок 3 - Разрезы по осям Красногородской ГЭС на р.Песчаной

Для решения вышеуказанной проблемы при Алтайском государственном техническом университете им. И.И. Ползунова, по просьбе и активном содействии АО «Алтайэнерго», была создана лаборатория комплексных исследований гидроузлов, микро- и мини-ГЭС, которая позволит создать единую методику разработки микро- и мини-ГЭС и гидроузлов Алтайского края на основе физического моделирования с использованием комплексного гидравлического стенда [6].

### Список литературы

1. Энциклопедия Алтайского края: в двух томах. – Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1995. – Т.1 – 368 с.
2. Сидоренко М.Н. География Алтайского края. - Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1974. – 96 с.
3. Гидротехнические сооружения: Учеб. пособие для вузов / Под ред. Н.П.Розанова. М.: Стройиздат, 1978. – 647 с.
4. Гришин М.М. Гидротехнические сооружения: Учеб. пособие для вузов в двух томах. М.: Стройиздат, 1956. – 647 с.
5. Оборудование возобновляемой и малой энергетики. Справочник — каталог / под ред. Безруких П.П. – Москва: ООО ИД «Энергия», 2005г.
6. Перспективы развития гидроэнергетики Алтайского края и республики Алтай / В.М. Иванов, А.С. Лысенко, А.П. Упоров, Т.А. Никонорова, А.Ю. Щербаков

### ВНЕДРЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ (ГИС) НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СФЕРЫ ЖКХ

Грязев С.Ю. – студент; Блинов А.А. – инженер;  
Иванова Т.Ю. – к.т.н., доцент; Иванов В.М. – д.т.н., профессор  
Алтайский государственный технический университет им.И.И.Ползунова (г.Барнаул)

Геоинформационные системы (ГИС) на предприятии позволяет полностью автоматизировать или сильно упростить выполнение различных задач, возникающих в



процессе работы, что приводит к сокращению как временных, так и денежных затрат. При полноценном внедрении ГИС речь идет уже не о повышении деятельности того или иного отдела, но и о росте эффективности функционирования предприятия в целом.

Однако необходимо с самого начала понять, что именно требуется получить от внедрения системы, и построить процесс внедрения так, чтобы при эксплуатации максимально использовать возможности, ей предоставляемые. Сразу следует отметить, что использование всех возможностей ГИС осуществимо только при внедрении сетевой версии, что обеспечивает одновременную работу нескольких пользователей с одной и той же базой данных. Использование ГИС, установленной только на одном компьютере, возможно, но малоэффективно по сравнению с клиент-серверной версией.

Рассмотрим основные задачи, которые позволяет решать ГИС, уже внедренная и функционирующая на предприятии.

- *Централизованное хранение информации.* Вся информация, описывающая сеть предприятия, концентрируется в едином хранилище (без этого она разбросана по множеству отделов). Во-первых, это позволяет избежать дублирования и внутренней противоречивости информации. Во-вторых, база знаний предприятия о своей сети перестает быть зависимой от конкретных физических лиц (вся информация вносится в систему в процессе ее создания).

- *Полная паспортизация объектов сети.* Полностью паспортизированная сеть должна содержать и позволять выполнять: уникальный номер каждого объекта; известные паспортные данные по всем объектам; поиск объектов по любому запросу, как по пространственным, так и по табличным данным; просмотр состояния объектов (открыта или нет задвижка, работает ли насос, подключен ли потребитель); автоматическое формирование отчетов по любому из объектов сети, сводные отчеты по всей сети в целом или же по части территории (поквартирно, порайонно).

- *Решение коммутационных задач.* Это задача позволяет за считанные секунды определить, какие задвижки надо перекрыть для изоляции аварийного участка, а так же определить, какие потребители при этом будут изолированы.

- *Автоматизация работы диспетчерской службы.* Установленная в диспетчерской службе ГИС позволяет: осуществлять в электронном виде ведение журналов по аварийным, ремонтным, профилактическим работам, оперативно вносить изменения по изменению состояния объектов сети; автоматически готовить отчеты об изменении состояния сети (например, где и какие были аварии за месяц, какие устройства были перекрыты, какие и когда абоненты были отключены).

- *Проведение инженерных расчетов.* Очень часто именно возможность проведения инженерных расчетов является главной причиной принятия решения о внедрении ГИС. В случае теплосети речь идет о следующих типах расчетов, осуществляемых с использованием ГИС: наладочный расчет - обеспечение потребителей требуемым количеством воды и тепловой энергии; наладка тепловой сети – дросселирование (гашение) избыточного напора у потребителя. Проведение расчета самой теплосетью дает возможность отказаться от дорогостоящих услуг наладочных организаций; поверочный расчет - определение фактических расходов теплоносителя на участках тепловой сети и у потребителей, а также количества тепловой энергии, получаемой потребителем. Позволяет рассчитывать работу сети с учетом часто меняющихся условий – например, температуры воздуха; конструкторский расчет – анализ подключения новых потребителей (зданий или целых кварталов) к уже существующей и рассчитанной сети. В частности, позволяет упростить процесс выдачи технических условий на подключение.

В дальнейшем возможно развитие функциональности ГИС и внедрение программного обеспечения, например, для автоматизации расчетов с потребителями или теплотехнических расчетов котельных.

Теперь рассмотрим процесс внедрения ГИС-проектов.

Внедрение ГИС – это длительный (в среднем 4-8 месяцев) и трудоемкий процесс, требующий немалых затрат и решения множества проблем как организационного, так и технического характера. Рассмотрим, как выглядит типовой процесс внедрения ГИС и из каких этапов он состоит. На основе нашего опыта работ при внедрении ГИС «Zulu 5.2» и расчетного комплекса «Zulu 5.2 Gydgo», можно выделить следующие этапы внедрения ГИС на предприятия сферы ЖКХ:

1. Выбор необходимого программного обеспечения;
2. Поставка, установка и настройка программного обеспечения;
3. Проектирование структуры данных, стилей, форм, шаблонов и условных обозначений;
4. Инвентаризация всего исходного (как бумажного, так и электронного) материала. Анализ материала;
5. Проведение работ по получению недостающих данных;
6. Подключение (сканирование, калибровка, вставка) бумажного материала в систему, импорт существующего электронного материала;
7. Векторизация городской территории и объектов инженерных сетей;
8. Заполнение таблиц семантических данных;
9. Ввод системы в эксплуатацию: обучение пользователей, настройка прав доступа к данным и т.д.;
10. Работы по актуализации данных и развитию функциональности ГИС.

Однако при внедрении большинства ГИС в сфере ЖКХ возникает ряд «нюансов», которые существенно замедляют процесс внедрения и эффективного использования этих систем [1].

Так как предприятие занимается обслуживанием только своих профильных коммуникаций, то оно заинтересовано во вводе информации о своих собственных сетях. Т.е. оцифровывается не все и вся, а лишь основная требуемая информация – базовые пространственные объекты и инженерные сети предприятия. Исходя из необходимости работы с сетями, выбирается и программное обеспечение – оно должно обеспечивать быстрый и удобный ввод коммуникаций, создание топологически корректного графа сети. Необходимо либо наличие, либо возможность подключения систем инженерных расчетов.

Другой особенностью является разногласие между топографическим планом сети и ее расчетной моделью. Это очень важная особенность, связанная с тем, что изображенная на топографических планах сеть не соответствует ее реальной структуре. И дело не в халатности составителей топопланов, это – принципиальная проблема. Например, игнорируется структура сетей в колодцах и камерах, не изображаются контрольные и измерительные устройства, запорная арматура. Вынесение всей этой информации на крупномасштабную карту может привести к ее чрезмерной загроможденности и неудобочитаемости, но все же необходимо для корректной работы системы. Данная проблема может решаться с помощью генерализации (настройки диапазонов масштабов видимости объектов).

При внедрении любых геоинформационных систем неизбежно возникает вопрос правильного пространственного описания объектов. Применительно к предприятиям сферы ЖКХ это означает:

- Требования к системе координат. Т.к. ГИС предприятий уровня города или района описывают сравнительно небольшую территорию, использовать геоцентрические или иные сложные координат нет смысла. Лучше всего использовать местную прямоугольную систему координат.

- Требования к точности. Для предприятий сферы ЖКХ нужна высокая относительная точность расположения сетей относительно базовых пространственных объектов (привязок на местности), т.к. именно по привязкам ориентируются мастер или ремонтная бригада при проведении работ.

- Требования к масштабу. Основным масштабом, используемым при работе с бумажными картами, на предприятиях сферы ЖКХ, является М 1:500. В случае электронной карты это понятие несколько видоизменяется – увеличивать изображение на экране можно без ограничений.

Резюмируя вышесказанное, можно отметить: основное требование к работающей ГИС – это ее функциональность. И правильность пространственного описания объектов определяется именно функциональным назначением системы, причем определяется она самим предприятием.

Так же следует отметить, что процесс внедрения ГИС не завершается вводом ее в эксплуатацию. Чтобы система могла эффективно выполнять свои функции, данные должны всегда отражать текущее состояние сети. При этом речь идет не о разовых работах, а о разработке и использовании регламента актуализации, т.е. постоянном обновлении данных и поддержке актуальности ГИС.

Исходные данные для поддержки актуальности ГИС разделяются на два типа:

- уточненные данные по уже имеющимся участкам сети. К таковым относятся отчеты наладочных организаций, результаты свежих топографо-геодезических работ. Также данные могут корректироваться на основе проведенных ремонтных работ (показатели шероховатости и зарастания можно измерить вручную линейкой). Еще одним методом является измерение фактических параметров сети (например, давление, скорость и температура в трубопроводе) и корректировка данных по объектам сети так, чтобы рассчитываемые показатели пришли в соответствие с фактическими.

- данные по новым объектам сети. Помимо вышеуказанного, сюда входят проектная документация и исполнительная съемка по новому строительству, отчеты о перекладке сетей, замене арматуры и проведенных ремонтных работах.

В завершение можно выделить основные тезисы.

1. Использование ГИС на предприятиях сферы ЖКХ способствует существенному повышению его эффективности. Но для успешного внедрения ГИС, следует с самого начала ответить на вопрос о том, зачем предпринято данное внедрение и какие задачи предстоит решать с помощью ГИС.

2. Любое внедрение ГИС – длительный сложный процесс, связанный со значительными трудозатратами. Специфика предприятий ЖКХ накладывает ряд дополнительных ограничений как на внедряемое программное обеспечение, так и на процесс ввода данных.

3. При вводе данных в ГИС следует использовать все доступные источники информации. Желательно использование готовой геоподосновы, причем допустим масштаб 1:500.

4. Кажущееся отсутствие пространственных или семантических данных на часть территории не должно служить препятствием внедрению ГИС. Все недостающие данные можно получить, в том числе и в процессе эксплуатации системы.

5. Главное правило эксплуатации ГИС: данные в системе должны отражать текущее состояние сети.

#### **Список литературы**

1. <http://www.politerm.com.ru> - сайт компании ООО «Политерм».

## ОПЫТ ВЕДЕНИЯ РЕЕСТРА ИНЖЕНЕРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ В МУНИЦИПАЛЬНОЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

Ковалевич В.В. – студентка; Блинов А.А. – инженер;

Степанова П.В. – доцент; Иванов В.М. – д.т.н., профессор

Алтайский государственный технический университет им.И.И.Ползунова (г.Барнаул)

Муниципальная геоинформационная система (МГИС) - муниципальная информационная система, содержащая реестр актуальных пространственных данных по объектам городской территории и предоставляющая регламентированный доступ к этим данным, причем для этой системы установлен и реализован регламент процесса обновления этих данных. Т.е. основное отличие МГИС от электронной карты – реализация процесса обновления пространственных данных информационной системы.

Основной источник, на основе которого осуществляется обновление пространственных данных – это результаты инженерных изысканий в масштабе 1:500. Именно поэтому целевой масштаб любой муниципальной ГИС – это пятисотка. Соответственно и классификатор ГИС, и объектовый состав системы и требования к цифровому описанию объектов должны соответствовать стандартам, определенным для топографических карт масштаба 1:500.

Неотъемлемой частью топографических карт данного масштаба являются подземные и надземные инженерные коммуникации всех типов. Очень часто объектовый состав данных планов разделяют на геоподоснову (вся наземная часть объектового состава карт) и подземные коммуникации.

Исходя из состава данных, на основе которых осуществляется обновление пространственных данных в масштабе 1:500, можно выделить основных поставщиков информации в МГИС. Ими являются: органы Архитектуры и Градостроительства; предприятия, эксплуатирующие инженерные коммуникации на территории города

Иногда возникает предположение, что для актуализации данных МГИС достаточно вовлечения в этот процесс только сотрудников органов АиГ. В действительности, обновление данных происходит на основе исполнительных съемок масштаба 1:500, которые в обязательном порядке проходят согласование во всех инженерных предприятиях (которые должны фиксировать правильность изображения на данном материале коммуникаций, находящихся в их ведении) и затем регистрируются в органах архитектуры. Логично предположить, что данные отделы обладают всеми достоверными пространственными данными, которых достаточно для актуализации муниципальной ГИС. В действительности это не так. Объясняется это несколькими причинами:

Во-первых, очень часто процесс согласования является формальным – не происходит сверки изображенных сетей на исполнительных съемках с фактически существующими.

Во-вторых, встречается и обратная ситуация – когда орган Архитектуры регистрирует исполнительную съемку с замечаниями инженерных предприятий, не обязывая при этом изыскательную организацию исправить ошибки.

В-третьих, сама эксплуатирующая организация выполняет большое количество земляных работ, не проводя при этом исполнительную съемку, и соответственно эти данные не попадают в УАиГ.

Исходя из вышесказанного, можно сделать следующие выводы:

- Предприятия, эксплуатирующие инженерные коммуникации на территории города являются одними из основных участников процесса актуализации пространственных данных;
- Участие инженерных предприятий в реализации и эксплуатации МГИС очень желательно и без него реестр инженерных коммуникаций в МГИС не может быть полноценно реализован;
- В случае заинтересованности, инженерные предприятия готовы взять на себя часть затрат по созданию и развитию городской ГИС.

## Возможности МГИС в области инженерных коммуникаций

Очевидно, что эксплуатирующее предприятие будет пользоваться той системой, которая решает наибольший комплекс стоящих перед ним задач и геоинформационные системы тут не исключение.

Если муниципальная ГИС решает только задачи просмотра/редактирования и в лучшем случае паспортизации, а специализированная ГИС, уже эксплуатирующаяся на предприятии к этому еще предлагает решение специализированных задач, то предприятие не заинтересованно в использовании муниципальной системой.

Таким образом, МГИС должна предусмотреть возможность автоматизации решения специализированных задач стоящих перед предприятием в области эксплуатации инженерных коммуникаций.

Перечислим тот комплекс задач, который может решать ГИС на предприятии, эксплуатирующем инженерные коммуникации:

- Паспортизация объектов сети и автоматизация работы диспетчерской службы;
- Комплекс коммутационных задач;
- Решение задач моделирования физических процессов в коммуникациях и интеграция с системами телеметрии.

Для возможности автоматизации решения вышеперечисленных задач, необходимо, чтобы инженерная сеть была представлена в системе в виде топологически связанного расчетного графа, содержащего все ее элементы, так или иначе влияющие на физические процессы, имеющие место в данной сети.

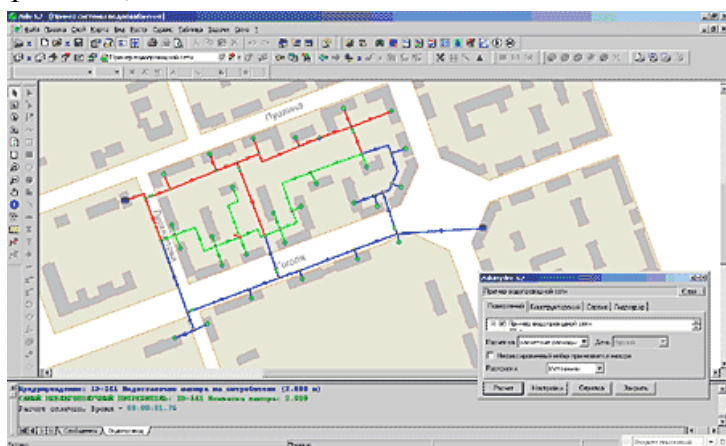


Рисунок 1 - Расчетный граф водопроводной сети

## Расчетный граф сети и топографические планы М 1:500

Таким образом, получается, что с одной стороны, сеть должна быть представлена в виде расчетного графа, а с другой стороны отображаться на картах в соответствии с условными обозначениями Роскартографии, установленными для масштаба 1:500. При этом необходимо избежать дублирования информации, т.е. одному объекту на территории города должен

соответствовать один объект в информационной системе [1].

Векторизация сетей в том виде как они представлены на топографических картах М1:500 не позволяет ГИС решать комплекс задач по инженерным коммуникациям, в то время как трудоемкость перевода ИК в векторный вид составляет не менее половины всех трудозатрат по векторизации планшетов М 1:500.

Существуют следующие противоречия между описанием модели сети в виде расчетного графа и представлением сети на топографических планах М 1:500:

- Объекты, которые с точки зрения картографии, являются площадными должны служить вершинами расчетного графа.
- Наличие в расчетной модели детализировок сложных узлов сети, отсутствующих на топографических планах (например, задвижек, гидрантов, клапанов и прочих функциональных элементов);
- Отсутствие на топографических картах потребителей и источников или неоднозначность их взаимного соответствия;
- Отсутствие на топографических планах изображения транзитных участков сети, проходящих под зданиями и сооружениями;

- Неоднозначность в толковании пересечения коммуникаций в узлах сети;
- Представление нескольких участков различных сетей одним.

Таким образом, программное обеспечение, структура данных и правила цифрового описания объектов муниципальной ГИС должны совместить представление расчетной модели сети и корректное отображение ее на топографическом плане масштаба 1:500.

Реализация представления объектов инженерных коммуникаций в данном виде необходима для возможности автоматизации решения специализированных задач в области эксплуатации инженерных коммуникаций. И если реализация в муниципальной ГИС задач паспортизации и коммутации обычно не представляет особых сложностей, то задачи моделирования физических процессов в коммуникациях стоит рассмотреть отдельно.

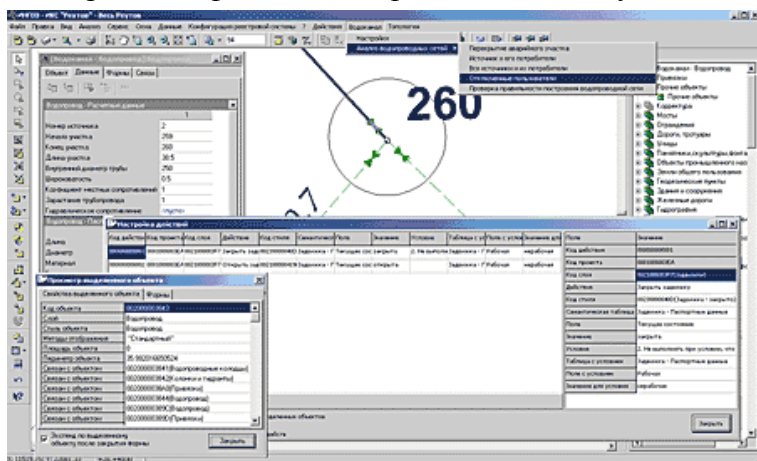


Рисунок 2 - Отображение расчетного графа сети и паспортизация объектов в муниципальной ГИС

программном комплексе централизованной муниципальной ГИС, т.к. и режимы и конфигурация сети в системе должны отражать текущую ситуацию в настоящий момент времени.

Для решения комплекса задач по моделированию физических процессов в инженерных коммуникациях самым простым и корректным решением будет конвертация текущей модели сети в специализированную систему и проведение комплекса работ по оптимизации работы сети уже в этой специализированной системе.

Таким образом, муниципальная геоинформационная система выполняет функцию централизованного хранилища актуализированных данных по объектам сети, а специализированная ГИС инженерного предприятия - САД-системы для моделирования различных режимов работы этой сети и системы поддержки принятия решений.

### Заключение

В заключение стоит отметить, что инженерные коммуникации являются неотъемлемой частью общегородской ГИС. Но при проектировании структуры системы и процесса первоначального внесения данных по ним, и последующей актуализации этих данных следует обязательно учитывать специфику конкретного инженерного предприятия, четко представлять задачи, которые будут решаться им с помощью МГИС, и, исходя из этого, разработать определенные структуру и правила ввода данных по сетям.

Эти правила легко выполнимы и не накладывают ни малейших ограничений на прочие объекты или функции системы, но лишь их применение позволит получить максимум выгод от использования МГИС и избежать параллельного ведения базы данных по инженерным коммуникациям в нескольких программных системах.

### Список литературы

1. <http://www.politerm.com.ru> - сайт компании ООО «Политерм».

## ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КАК ФАКТОР ПАТРИОТИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ СТУДЕНТОВ

Мещерякова В.А.- студент, Степанова П.В.- аспирант,  
Лысенко А.С.- доцент, Иванов В.М. – д.т.н., профессор  
Алтайский государственный технический университет им.И.И.Ползунова (г.Барнаул)

Важным стимулом познавательного интереса, связанным с содержанием обучения, является исторический аспект знаний (историзм), сообщение сведений из истории науки, истории научных открытий. При этом, с одной стороны, познавательный интерес опирается на менее известный, иногда совсем новый материал, овладевая которым студенты в еще большей мере осознают то, что им дает университет, преподаватель. С другой стороны, исторический подход в изучении учебных предметов в какой-то мере приближает процесс учения к научному познанию. Узнать, каким было соответствующее знание у своих истоков, как оно развивалось, соприкоснуться с научными поисками, ощутить и испытать их трудности и радости – это значит приблизиться и к осознанию собственного познавательного процесса, пусть не открывающего, а усваивающего научные положения, но сопряженного все же с поисками истины.

Именно этот стимул бывает сопряжен с новыми неизвестными фактами из истории науки, из биографии ученых. Сведения об истоках научных открытий всегда воспринимаются студентами с большим интересом, потому что они помогают увидеть изучаемое по-новому в исторической перспективе, способствуют обновлению того, что стало обычным и привычным. С другой стороны, исторические сведения всегда менее известны студентам и воспринимаются ими как неожиданно новое и привлекательное. Наконец, ознакомление с историей науки и ее открытий способствует осознанию огромных трудностей научных поисков, поднимает престиж науки в глазах студентов, формирует уважение к установленным научным фактам и понятиям, учит оперированию ими для доказательства своих суждений и выводов.

В вводной лекции по дисциплине «Водоснабжение и водоотведение» для студентов направления «Строительство» и специальности «Автомобильные дороги и аэродромы» после рассмотрения основных схем и систем водоснабжения сообщаются следующие исторические сведения, позволяющие студентам гордиться вкладом изобретателей России и, в частности с Алтая, в развитие водоснабжения и водоотведения.

На территории России самый древний водопровод из деревянных труб обнаружен при раскопках в Новгороде. Время его постройки отнесено к началу XII века.

В Москве первый самотечный водопровод для Кремля был сооружен в 1492 году и использовал чистые подземные ключи из подземелья Арсенальной башни. Напорный водопровод был построен в 1633 году. Вода из реки Москвы с помощью водоподъемной машины, приводимой в действие лошадьми, поднималась вверх Свибловой башни в специальный резервуар из свинца. Дата рождения системы централизованного водоснабжения Москвы – 1804 год. Вода из ключей у села Мытыщи в бассейне верховьев реки Яузы по самотечной галерее направлялась в центральную часть города к водоразборным фонтанам. С 1903 года водоснабжение Москвы в основном осуществляется из реки Москвы.

После присоединения Сибири к России в ней началось массовое строительство специальных сооружений для водоснабжения, связанное со строительством крепостей и укрепленных пунктов для защиты пограничных линий. Водоснабжение городов-крепостей было связано со строительством достаточно сложных по тому времени гидротехнических сооружений: плотин, водоподводящих галерей, деревянных срубных колодцев, бассейнов и резервуаров для хранения запаса воды. При этом использовался опыт строительства водопроводных сооружений Европейской России.



В первой четверти XVIII века на Алтае возникают заводы и рудники А.Н.Демидова (Колыванский, Локтевский, Змеиногорский, Барнаульский, Павловский). С развитием промышленного производства происходило функциональное разделение систем водоснабжения на промышленные и хозяйственно-питьевые. Технический прогресс в промышленном водоснабжении в XVIII-XIX веках оказался намного выше, чем в хозяйственно-питьевом, так как благоустройство населения было на очень низком уровне.

Большой вклад в развитие водоснабжения на Алтае внес И.И.Ползунов (1728-1766 гг.) имя которого носит наш университет. И.И.Ползунов известен как один из изобретателей теплового двигателя. В 1765 году он построил паросиловую установку, но за неделю до ее пробного пуска И.И.Ползунов скончался. Установка проработала 43 дня. Это широко известные факты. Менее известно то, что начинал И.И.Ползунов как гидротехник. В 1754 году (в 26 лет) он впервые в России применил на Змеиногорском руднике деривационный (отводящий) канал для подачи воды на завод. Это позволило упростить конструкцию плотин и повысить их устойчивость.

С развитием горного дела на Алтае, с углублением шахт, остро встала и проблема водоотведения. Для откачки подземных вод использовались поршневые насосы, корпуса которых делали из высверленных бревен. Один такой насос хранится в Алтайском краеведческом музее. Насос приводился в действие с помощью рычага силой рабочих, труд которых был исключительно тяжелым и малопродуктивным. Поскольку почти все узлы насосов были деревянными, известную трудность представляло обеспечение их герметичности. Поэтому детали насосов делали из сосны, как наиболее плотной породы. Древесина других пород не предотвращала просачивание воды и воздуха. Стыковые соединения конопатили пеньковой пряждью. Клапаны сплетали из пеньки и обшивали кожей. Срок службы насосов составлял 5-10 лет.

Вершиной технического прогресса водохозяйственного строительства в Сибири в XVIII в. считается система водоснабжения и водоотведения Змеиногорского рудника. Проект этой системы был разработан К.Д.Фроловым в 1783-1785 гг., строительство первой ее очереди велось в течение трех лет (1785-1787 гг.), а всего комплекса сооружений – в течение десяти лет. Система охватывала несколько объектов: три шахты, рудообогатительную фабрику, кузницу, пильную мельницу и др.

В комплекс водохозяйственных сооружений входили: водоподъемная плотина на р.Змеевке, водозабор, водоподводящая штольня протяженностью 535м, семь вододействующих колес, две водоподъемные установки, включающие 18 насосов, система ларей и каналов, водоотводящая штольня протяженностью 1,2 км. Суммарный расход в системе составлял 17,3 тыс.м<sup>3</sup> / сутки, общий путь ее пробега – около 2,5 км, перепад уровня между водозабором и водосбросом – 58,5 м.

Система водоснабжения и водоотведения представляла собой единый нисходящий каскад с возрастающим расходом воды (от шахтного водоотлива) по пути ее движения.

Диаметр вододействующих колес рудоподъемников был 4,3 и 5,4м, а водоотливных машин – 16,5 и 21,4 м. Колеса устанавливали в специальных подземных камерах.

На Екатерининской шахте дренажная вода поднималась насосами на 89м, на Вознесенской на 116 м., причем поднятая на Екатерининской шахте вода по специальной штольне поступала под насосы Вознесенской шахты и дополнительно подкачивалась с подъемом на 57 м до уровня входа в Крестительскую штольню.

По техническому совершенству и масштабам система водоснабжения и водоотведения Змеиногорского рудника в XVIII веке не имела равных в России. Ее сравнивали лишь с системой Марли во Франции, предназначенной для подачи воды в Версальские дворцы и парки.

Макет системы водоснабжения и водоотведения Змеиногорского рудника экспонируется в Алтайском краеведческом музее – одном из старейших музеев Сибири,



основанном в 1827 году Томским губернатором Петром Козьмичем Фроловым, сыном Козьмы Дмитриевича Фролова.

Технический прогресс в водоснабжении на Алтае в XVIII веке не был случайным. Алтайский горный округ был в то время одним из главных поставщиков золота в царскую казну, вследствие чего на алтайские рудники и заводы направлялись лучшие специалисты, в их числе «водных дел мастера» с Урала и из Центральной России. В 2002 году исполнилось 200 лет Колыванскому камнерезному заводу. К юбилею завода администрацией Алтайского края было принято решение о восстановлении исторического памятника инженерного искусства XVIII века – здания завода, водоналивного колеса и гидротехнических сооружений. Работы по реконструкции возглавило ГУП «Алтайавтодор». Проект восстановления здания завода был разработан НПО «Наследие». По проекту разработанному творческим коллективом сотрудников АлтГТУ им. И.И.Ползунова под руководством д.т.н., профессора зав. кафедрой теплотехники, гидравлики и водоснабжения, водоотведения Иванова В.М. были восстановлены водоналивное колесо диаметром 5,5 м и гидротехнические сооружения. Механическая энергия водоналивного колеса была использована для выработки электроэнергии, которая частично покрыла энергопотребление завода.

Приведенные выше исторические сведения воспитывают в студентах патриотизм и позволяют гордиться вкладом изобретателей Алтая в развитие систем водоснабжения и водоотведения.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ КЛАПАНОВ КОТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

Мингалёв С.В.- студент; Упоров А.П.- к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им.И.И.Ползунова (г.Барнаул)

На рис.1 приведена конструкция предохранительных клапанов Барнаульского котельного завода. При повышении давления выше допустимого тарелка (2) опускается на расстояние  $h$ , открывая седло (1).

Основными гидравлическими характеристиками клапанов являются коэффициенты расхода  $\mu$  и пропускной способности  $k_v$ . Они рассчитываются по формулам 1

$$\mu = \frac{1}{m\sqrt{\zeta_y}}; k_v = 5.04\mu S_c \quad (1)$$

где  $m$  – степень сужения, отношение площадей седла и входа в клапан ( $m = \frac{S_c}{S_{св}}$ )

$\zeta_y$  - коэффициент гидравлического сопротивления, отнесенный к входному сечению и определяемый экспериментально на аэродинамических стендах по перепаду давления на клапане и расходу среды через него.

Коэффициент расхода  $\mu$  ( следовательно и  $k_v$ ) зависит: от степени сужения  $m$ , от относительной площади прохода между седлом и тарелкой  $f_h = \frac{S_h}{S_c}$ , где  $S_h = \pi d_c h$ , от относительной площади прохода между корпусом и тарелкой  $f_k = \frac{S_k}{S_c}$ , где  $S_k = \pi(a_k^2 - a_t^2)/4$  и других факторов.

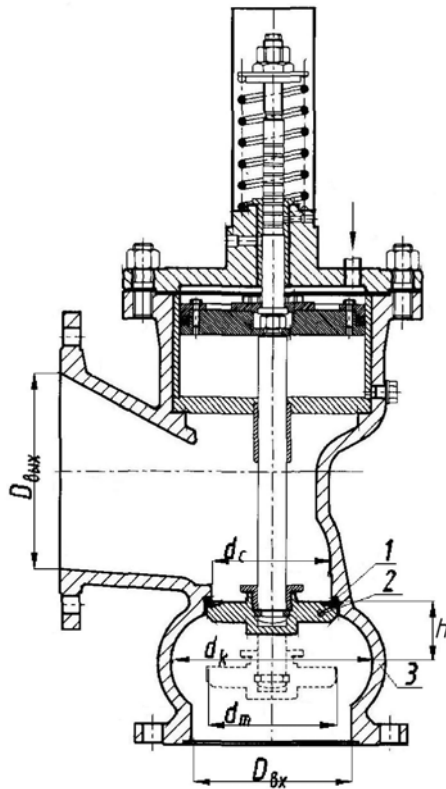


Рисунок 1 - Предохранительный клапан: 1 – седло; 2 – тарелка; 3 – корпус

Влияние площади прохода между седлом и тарелкой на коэффициент расхода исследовано в [2]. Величина  $\mu$  интенсивно увеличивается до значения  $f_h = 1.0$ , далее рост  $\mu$  замедляется, достигая максимальных значений при  $f_h = 1.5 - 2.0$ . Для рассматриваемых клапанов величина  $f_h$  имеет значения: Ду 150-1,5; Ду200-1,6; Ду250-1,32; Ду300-1,3. Ввиду отсутствия экспериментальных данных по влиянию кольцевой площади между корпусом и тарелкой  $f_k$  на  $\mu$  и  $k_v$ , были проведены испытания на натурной модели Ду200 с цилиндрическим корпусом (рис.2).

В опытах изменяли диаметры седла, тарелок, а следовательно, изменялись значения  $f_k$  на  $m$ .

С ростом  $m$  от величины 0,35 коэффициент расхода быстро уменьшается, что связано с уменьшением площади между корпусом и тарелкой  $f_k$ . В тоже время для меньших  $m$  наступает стабилизация значений  $\mu$  на уровне 0,55, что объясняется достаточно большой площадью прохода  $f_k = 1.4 - 1.6$ .

В серийных клапанах Ду150, 200, 250 значения  $f_k$  равны 1,5-1,3-1,3 и они имеют одинаковые значения  $\mu=0,55$ . У клапана Ду300  $f_k$  значительно меньше (1,1), по этой причине у него

значительно меньше коэффициент расхода (0,45). Таким образом, даже при оптимальных значениях  $f_k$  и  $f_h$ , коэффициенты расхода клапанов невелики.

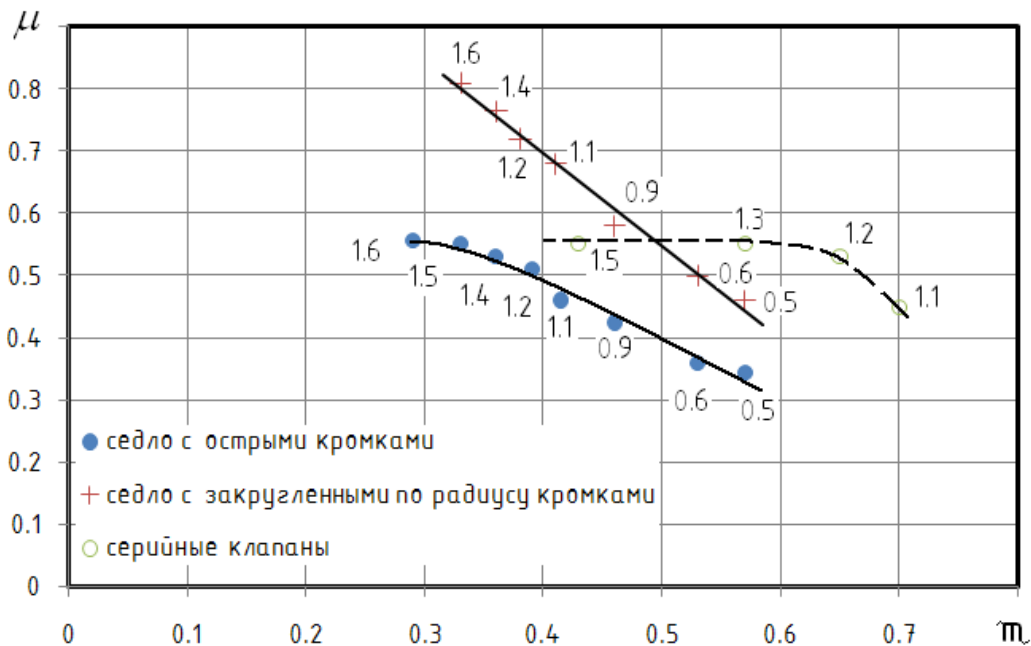


Рисунок 2 - Зависимость коэффициента расхода от степени сужения предохранительного клапана (цифры – относительная площадь прохода в коэффициентах)

В следующих опытах испытаны клапаны с закругленными по радиусу кромками сёдел (корпус цилиндрический). Результаты приведены на рис.2. Коэффициенты расхода увеличились на 40%.

Тоже следует ожидать и на серийных клапанах с бочкообразной формой корпуса. В результате увеличится и пропускная способность клапанов, что позволит уменьшить диаметры сёдел, тарелок и, следовательно, габариты и вес клапанов.

### Список литературы

1. Гуревич Д.Ф. Расчет и конструирование трубопроводной арматуры. Изд. Машиностроение, М-Л, 1964 г.
2. Упоров А.П., Сукновальник М.Х., Соболевский С.Ю. Расходные характеристики предохранительных клапанов. НИИЭинформэнергомаш, энергетическое машиностроение. Вып.11, Москва,1986 г.

### АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ СУШКИ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ВОЛОКНИСТОЙ И ПОРИСТОЙ СТРУКТУРОЙ

Иванов В.М. – д.т.н., профессор; Николаев А.М. – к.т.н., доцент;

Иванова Т.Ю. - к.т.н., доцент; Степаненко А.С. – аспирант.

Алтайский государственный технический университет им.И.И.Ползунова (г.Барнаул)

Важнейшим направлением энергосберегающих технологий является создание комплексных установок, которые обеспечивают рациональное использование потенциала отходящих потоков, образующихся на различных стадиях процесса, для осуществления последующих его стадий.

Анализ тепловых балансов конвективных сушильных установок показывает, что наибольшие потери теплоты обуславливаются отходящим сушильным агентом и потерями теплоты в окружающую среду за счет наружного охлаждения конструкции. Поэтому становятся очевидными принципиальные способы повышения экономичности конвективных сушильных установок (СУ): снижение потерь теплоты с уходящим сушильным агентом путем рационального использования этого вида вторичных энергетических ресурсов, а также снижение потерь в окружающую среду конструкциями установок. Снижение потерь теплоты с уходящим сушильным агентом данной СУ, в первую очередь, достигается применением рециркуляции части отработавшего сушильного агента.

Одной из главных задач автоматизации СУ является обеспечение постоянных оптимальных параметров горячего теплоносителя, необходимых для эффективной сушки материала, а именно – влажность, температуру и давление.

Управление работой автоматизированной установкой для сушки нетканых материалов с волокнистой и пористой структурой (рисунок 1 и рисунок 2) осуществляется блоком обработки сигналов и управления (БОСУ).

БОСУ (рисунок 3) представляющий собой комплекс усилителей сигналов, аналого-цифровых преобразователей и формирователей управляющих сигналов, поступающих на электроприводы регулировочных шиберов, корректирующих режимы работы предложенной установки.

Автоматизированная установка для сушки нетканых материалов с волокнистой и пористой структурой работает следующим образом.

Атмосферный воздух поступает во входные патрубки 12 и 13, где установлены датчик 32 начальной температуры атмосферного воздуха и датчик 33 начальной влажности, формирующие информационные электрические сигналы по этим характеристикам на БОСУ 65. Туда же поступает часть отработавшего после сушки теплоносителя, и получаемая таким образом смесь, то есть исходный теплоноситель, напорными вентиляторами 8 и 9 нагнетается через напорные патрубки 14 и 15 с установленными в них датчиками 34 и 35

начального давления исходного теплоносителя, формирующими сигналы по этому параметру на БОСУ. Далее поток исходного теплоносителя проходит через электронагреватели 16 и 17, где, нагреваясь, приобретает необходимые параметры, заложенные в программном обеспечении БОСУ, контролируемые датчиками 38 и 39 давления горячего теплоносителя, датчиками 40 и 41 температуры горячего теплоносителя, датчиками 42 и 43 влажности горячего теплоносителя, формирующими сигналы по этим параметрам на БОСУ и установленными в соединительных патрубках 18 и 19, по которым горячий теплоноситель поступает в подводящий короб 2.

При суточных и сезонных колебаниях температуры и влажности атмосферного воздуха, контролируемых датчиком начальной температуры атмосферного воздуха и датчиком начальной влажности атмосферного воздуха, изменении давления исходного теплоносителя, контролируемого датчиками начального давления исходного теплоносителя, информационные сигналы с которых поступают БОСУ, последним формируются управляющие сигналы, поступающие на электроприводы 30 и 31 регулировочных шиберов 28 и 29, на устройства 36 и 37 регулирования мощности с функцией аварийного отключения, которыми снабжены электронагреватели, что и позволяет выдерживать постоянными оптимальные параметры горячего теплоносителя, необходимые для эффективной сушки материала.

Далее горячий теплоноситель поступает в подводящий короб, разделенный на две равных части вертикальной перегородкой, через выходные окна соединительных патрубков 18. Это способствует более равномерному распределению потока горячего теплоносителя по объему короба. Далее горячий теплоноситель через выходные сопла 3 выходит под давлением и, встречая на своем пути высушиваемое полотно 6 материала, пронизывает его и вместе с удаленной из материала влагой всасывается в отводящий короб 4 с перфорированной верхней поверхностью для обеспечения более равномерного разрежения над ней. При этом сушка материала осуществляется горячим теплоносителем с одинаковыми теплофизическими параметрами по всей площади полотна материала, находящегося в данный момент времени внутри теплоизолированного корпуса 1. Это обеспечивает равномерность сушки, способствует увеличению ее скорости, а значит производительности по высушиваемому материалу.

Из отводящего короба отработавший после сушки теплоноситель направляется в отводящий коллектор 20, в котором установлены датчик 46 конечной температуры и датчик 47 конечной влажности отработавшего теплоносителя, которые по этим параметрам формируют сигналы на БОСУ. По этим параметрам контролируется качество сушки материала и производительность предложенной установки. Если конечная температура отработавшего теплоносителя выше, а влажность ниже предела, заложенного в программном обеспечении БОСУ, то при номинальных параметрах горячего теплоносителя это свидетельствует о недосушке материала, и БОСУ формирует управляющий сигнал, поступающий на регулятор 69 частоты вращения ведущего вала 67 ленточного транспортера 5, снабженного электроприводом 66. В результате скорость движения материала устанавливается в заданных пределах, что приводит к установлению конечной температуры и влажности отработавшего теплоносителя в допустимый диапазон регулирования.

В отводящий коллектор из теплоулавливающих карманов 6 и 7 по трубопроводам 21 и 22 поступает уловленный горячий теплоноситель, небольшая часть которого из-за сопротивления полотна материала может выйти через щелевые зазоры между верхней лентой транспортера и боковыми стенками теплоизолированного корпуса. Необходимое для этого разрежение контролируется датчиками 48 и 49 разрежения, установленными в трубопроводах, и формирующим соответствующий сигнал на БОСУ, с которого поступает управляющий сигнал на электроприводы 52 и 53, приводящие в действие регулирующие заслонки 50 и 51 разрежения для тонкой регулировки величины разрежения, заложенной в программное обеспечение БОСУ. Грубая установка величины начального разрежения в

теплоулавливающих карманах 7 обеспечивается шиберами 44 и 45, которыми оснащен отводящий коллектор.

Из отводящего коллектора весь отработавший теплоноситель по отводящему патрубку 23, в котором установлен датчик 54 конечного разрежения, поступает в откачивающий вентилятор 24. В случае отклонения величины конечного разрежения от заданного диапазона регулирования, вызванного неисправностями во всем отводящем тракте установки, БОСУ формирует управляющий сигнал на электропривод 56 регулировочного запирающего шибера 55, и он перекрывает напорную часть откачивающего вентилятора.

После откачивающего вентилятора часть отработавшего теплоносителя поступает через симметрично разветвляющийся теплопровод 26 для рециркуляции в входные патрубки, связанные с напорными вентиляторами, так как рециркуляция части отработавшего теплоносителя снижает энергопотребление установки в целом.

Ветви симметрично разветвляющегося теплопровода 26 рециркулирующего теплоносителя снабжены датчиками 57 и 58 давления рециркулирующего теплоносителя, датчиками 59 и 60 температуры рециркулирующего теплоносителя, контролирующими параметры давления и температуры рециркулирующего теплоносителя и формирующими соответственные сигналы, поступающие на БОСУ. Так, сигнал с датчика давления характеризует долю рециркулирующего теплоносителя, и в случае ее несоответствия требуемой величине, заложенной в программном обеспечении БОСУ, последний формирует управляющие сигналы на электроприводы 63 и 64 регулировочных шиберов 61 и 62, установленных в ветвях теплопровода, открытием или закрытием которых устанавливается требуемая величина давления рециркулирующего теплоносителя. Его температура контролируется датчиками, и осуществляется определение параметров исходного теплоносителя, которые в свою очередь, определяют параметры горячего теплоносителя после электронагревателей, которые строго контролируются датчиками давления, температуры и влажности горячего теплоносителя и регулируются посредством электроприводов регулировочных шиберов и устройств регулирования мощности с функцией аварийного отключения.

Неиспользованная часть отработавшего теплоносителя удаляется через отводящий трубопровод 27 в атмосферу.

Таким образом, использование полной автоматизации процесса сушки приводит к улучшению её качества, снижению энергопотребления, снижению расходов на эксплуатацию и обслуживание.

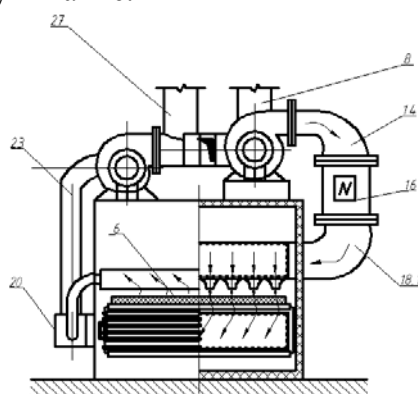


Рисунок 1

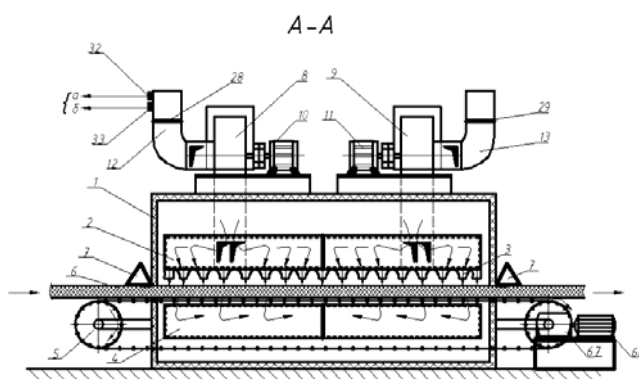


Рисунок 2

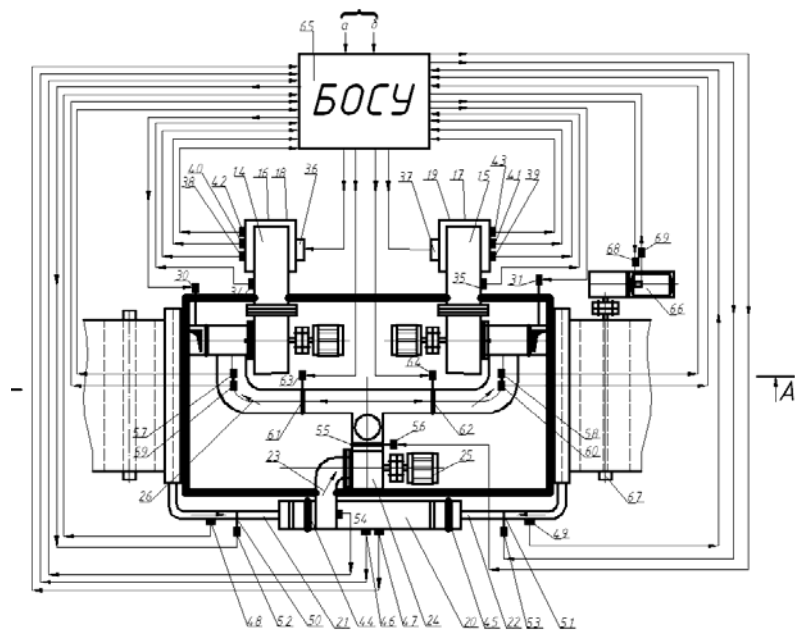


Рисунок 3

КАВИТАЦИОННОЕ ИСПЫТАНИЕ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА  
 НА СТЕНДЕ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ГИДРАВЛИКЕ  
 КАФЕДРЫ ТГИВВ АЛТГТУ

Шеманов А.А. - студент; Юренков В.Н. – к.т.н., доцент  
 Алтайский государственный технический университет им.И.И.Ползунова (г.Барнаул)

Стенд для приведенных лабораторных работ по гидравлике кафедры ТГИВВ АлтГТУ позволяет проводить комплекс лабораторных работ, предусмотренных лабораторным программами для различных специальностей. Его возможности можно расширить, проводя модернизацию отдельных его частей. В частности ранее в стенд был вмонтирован параллельный нагнетательный трубопровод с необходимым набором арматуры для сброса воды непосредственно в питательный бак, что позволило снимать характеристики насоса в более широком диапазоне по расходу. Использование параллельного нагнетательного трубопровода дает возможности изучать свойства сложных трубопроводов, варьируя расходами через них с помощью регулирующей арматуры.

Важным параметром насоса является кавитационный запас. В обычной комплектации стенда его получить невозможно. Для проведения кавитационных испытаний стенд должен быть дооборудован соответствующими устройствами. В первую очередь - это всасывающий трубопровод с вентилем на входе шарового типа ( рисунок 1).

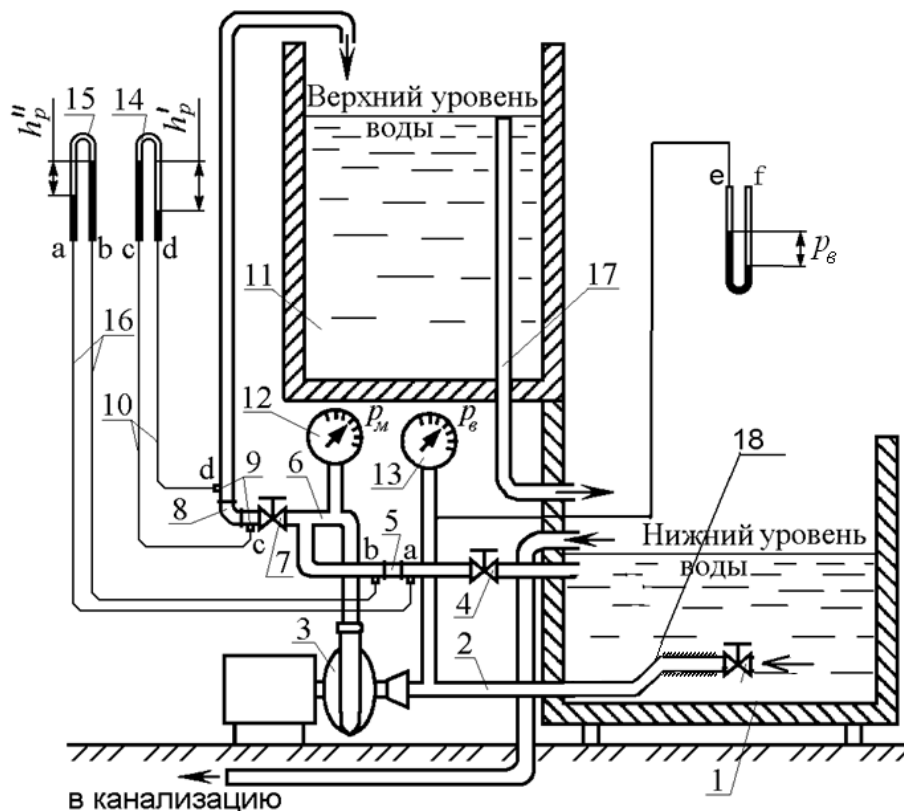


Рисунок 1 - Схема модернизированной лабораторной установки с двумя ветвями нагнетательного трубопровода и всасывающим гофрированным трубопроводом :  
 1-нижний бак, 2 – всасывающий патрубок, 3- насос, 4- регулирующий вентиль на первой ветви нагнетательного трубопровода, 5 – расходомерные устройства , 6- вторая ветвь нагнетательного трубопровода, 7- регулирующий вентиль на второй ветви нагнетательного трубопровода, 8-местное сопротивление, 9 - датчик статического давления, 10 – трассы к прибору ( U- образному манометру), 11 – верхний бак, 12 - манометр, 13 – мановакуумметр, 14,15- U образный манометр , 16- трассы к прибору, 17- переливная труба, 18- высасывающий гофрированный трубопровод с вентилем

Сам всасывающий трубопровод представляет собой гофрированный шланг длиной  $L \approx 1,5\text{ м}$  и диаметром  $d_{вн} = 20\text{ мм}$ . Шланг вводится в приемный патрубок насоса через переходник с наружным диаметром  $d_{вн} = 20\text{ мм}$ , и внутренним сечением  $d_{вн.н} = 15\text{ мм}$ .

Стенд дополнительно оснащается прибором для измерения давления перед насосом. Это мановакуумметр с параллельно включенным через тройник обычным U-образным манометром. Естественно, эти приборы могут работать одновременно или попеременно в зависимости от величины вакуума во всасывающем патрубке насоса.

Кавитация - это нарушение сплошности потока ( вскипание жидкости) в следствии понижения в нем статического давления ниже давления насыщенных паров  $P_{н.н}$  жидкости. При сильно развитой кавитации работоспособность насоса нарушается. Гарантией не появления кавитаций в насосе является так называемый кавитационный запас  $\Delta h$ . Снижение кавитационного запаса ниже определенного предела  $\Delta h_{кр}$  на определенном режиме работы насоса является недопустимым, поэтому кроме характеристик насоса  $H_n = f(Q)$ ,  $\eta_n = f(Q)$ , необходимо еще располагать и зависимостью  $\Delta h = f(Q)$ . Эта зависимость может быть получена только экспериментально. Для получения значения  $\Delta h_{кр}$  устанавливают за насосом, сохраняя показания расходомерного устройства. Затем плавно прикрывая шаровой вентиль на всасывающем трубопроводе переходят на режим работы при сохранении напора насоса, но при изменившемся расходе через него. При определенном

значении вакуума, фиксирующем мановакууметром, значение напора насоса не удается сохранить. Это значение вакуума и используется при подсчете  $\Delta h_{кр}$ .

В результате опытов на разных напорах насоса получают информацию для определения  $\Delta h_{кр}$  в диапазоне возможных подач. Принцип получения численного значения этого параметра иллюстрируется на рисунке 2.

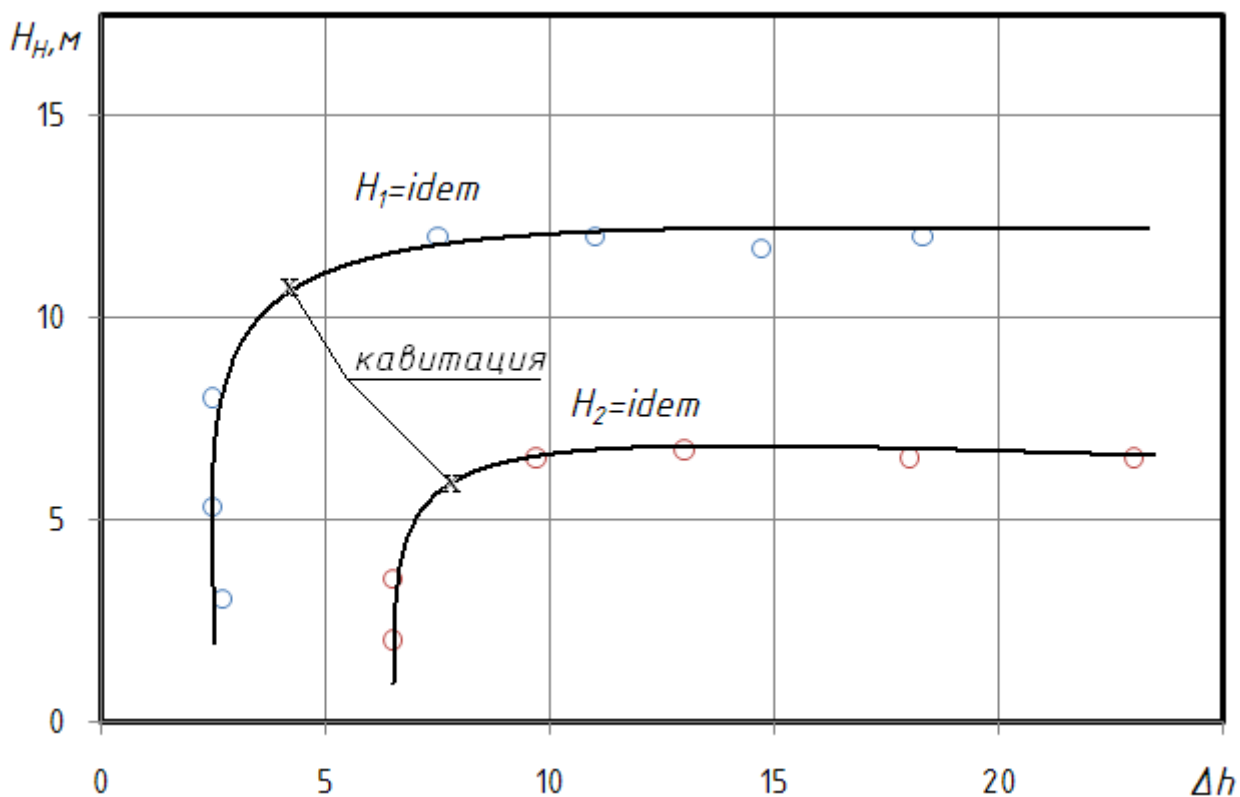


Рисунок 2 - Опытные кривые для критического кавитационного запаса (знаком x обозначены значения  $\Delta h_{кр}$ )

#### УСТАНОВКА ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Гореликова П.Ю. – студент, Ковалевич В. – студент,

Степанова П.В. – доцент, Бахтина И.А. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова (г. Барнаул)

Все большую актуальность приобретают проблемы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов. В общем, данные проблемы сводятся к переработке отходов и получения из них вторичных материальных ресурсов (ВМР).

В результате жизнедеятельности человека образуются жидкие (сточные воды) и твёрдые отходы.

Сточные воды очищаются на канализационных очистных сооружениях. В результате очистки получается большое количество осадков (в среднем при норме водоотведения 300 л/(чел·сут) образуется 1 л осадка на человека в сутки). Ввиду отсутствия комплексного подхода к проблеме обработки осадков они складируются на иловых площадках, загрязняя поймы рек, и способствуют не только отчуждению территорий сельскохозяйственного назначения, но и повышению рисков возникновения эпидемиологических и экологических катастроф. При этом осадки сточных вод содержат биогенные элементы (азот, фосфор), микроэлементы и после комплексной обработки могут являться вторичным материальным продуктом – использоваться как ценное органоминеральное удобрение в сельском, садовом, лесопарковом и городском хозяйствах. Это, однако, невозможно ввиду наличия в осадках



сточных вод яиц гельминтов и других патогенных микроорганизмов. Кроме того, осадки имеют высокую влажность (96–99 %), являются текучими и нестабильными (легко загниваемыми).

Таким образом, складирование осадков сточных вод на иловых площадках, наносит не только неоправданный ущерб окружающей среде, нарушает ландшафт и баланс природных компонентов, но, вместе с тем, теряется достаточно ценное эффективное органоминеральное удобрение.

При обработке осадков сточных вод необходимо решить три основные задачи:

- обезвоживание (уменьшение влажности – снижение объемов осадков в среднем в 8-15 раз);
- сбраживание (стабилизация);
- обеззараживание (дегельминтизация и удаление патогенных микроорганизмов).

В настоящее время технологические схемы обработки осадков сточных вод имеются только в крупных городах России. Однако в данных схемах основные задачи решаются постадийно, что занимает много времени, средств (ввиду больших количеств и масштабов сооружений) и, оказывается в итоге недостаточно эффективно, и не позволяет утилизировать осадки сточных вод в качестве ВМР: удобрения или заменителя почвенного грунта.

Более печальная ситуация складывается при организации систем водоотведения малых и средних населённых пунктов, отдельных коттеджей, коттеджных поселков, туристических комплексов и фермерских хозяйств, которые не имеют централизованных очистных сооружений и находятся в удалении от центральных коммуникаций, позволяющих сбрасывать сточные воды для очистки на крупные очистные сооружения. Перечисленные потребители, и подобные им, при организации систем водоотведения, в лучшем случае имеют локальные сооружения очистки сточных вод, в которых проблема обработки осадка не решена. Однако, чаще всего, сточные воды собираются в выгребные ямы или сбрасываются на рельеф или в малые водоёмы. Это, как было показано выше, не только приводит к загрязнению окружающей среды, но и потере потенциально ценного органоминерального удобрения для фермерских или сельских хозяйств, которое можно было бы получать из осадков сточных вод.

Мы предлагаем инновационный подход к обозначенной проблеме, а именно совмещение всех стадий обработки осадков сточных вод в одной установке (фото).

Новизна технологического подхода заключается в совмещении процессов сбраживания (стабилизации) осадков и обезвоживания путём динамического фильтрования в одной установке. Динамическое фильтрование осуществляется за счёт использования оригинальной конструкции фильтрующего элемента.

Данная установка позволяет осуществить комплексную эффективную переработку осадков сточных вод с получением ВМР – органоминерального удобрения и/или аналога почвогрунта.

В настоящее время проведены предварительные исследования и доказана возможность комплексной обработки осадков сточных вод с получением органоминерального удобрения на предложенной установке.



Рисунок 1 – Установка по переработке осадков сточных вод

## БАССЕЙН И ОБОРУДОВАНИЕ НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ БАССЕЙНА

Горина И.В. – студент, Ладейщиков С. – студент,

Бахтин И.Ю. – учебный мастер, Бахтина И.А. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова (г. Барнаул)

Раньше бассейны были только общественными, и считалось недоступно и практически невозможно установить бассейн в коттедже и даже в небольшом посёлке. Современный уровень развития технологии строительства и эксплуатации бассейнов позволяет мечту многих граждан об индивидуальном бассейне превратить в реальность.

Бассейн представляет собой сложное гидротехническое сооружение, в котором непрерывно осуществляются процессы рециркуляции и фильтрации, а также производится постоянное обеззараживание воды.

В зависимости от объемно-планировочной конструкции различают открытые и закрытые плавательные бассейны. По уровню размещения конструкций бассейны делятся на полностью погруженные (расположенные ниже уровня пола или земли), частично погруженные и поверхностные. По назначению бассейны классифицируются на следующие категории: спортивные; лечебные, индивидуальные. Существуют также бассейны и индивидуального (семейного) пользования или частные бассейны. Они устанавливаются в индивидуальном порядке по персональному требованию Заказчика. Размер, форма, отделка и комплектация определяются исключительно пожеланиями, вкусом и материальными возможностями Заказчика. Он же решает как использовать бассейн и где его лучше установить.

Бассейн обычно размещают в специально возведенной пристройке, рядом с домом или в цокольной его части. Глубина бассейна зависит от того, для какой возрастной группы предназначен Ваш бассейн, собираетесь ли Вы устанавливать трамплины и вышки. Чаще всего выбирают глубину 1,5м.

В зависимости от назначения, размеров, глубины и т.д. для каждого бассейна имеются свои нюансы эксплуатации, и соответственно особенности обслуживания. Могут сильно различаться системы рециркуляции и фильтрации воды, методы удаления загрязняющих веществ и т.д. Основным оборудованием, необходимым для эксплуатации бассейна является:

1) *фильтровальные установки*, обеспечивающие наиболее качественную очистку воды. Фильтр, как правило, является стационарной установкой и монтируется снаружи бассейна. Более приемлемыми и надёжными в эксплуатации считаются песчаные фильтры;

2) *насосы* предназначены для циркуляции воды в бассейне через фильтровальную установку. Насосы состоят из асинхронного электродвигателя и насосной части с фильтром грубой очистки. Насосы имеют повышенную степень защиты от поражения электротоком;

3) *система обеззараживания бассейна*, Для различных условий эксплуатации плавательных бассейнов применяются следующие методы обеззараживания воды. При высоких нагрузках на бассейн (расположении его на открытом воздухе, количестве купающихся более 5 человек, редком поступлении свежей воды, нерегулярном обслуживании) наиболее приемлем метод с использованием хлора, как правило используют таблетированный хлор. При средних нагрузках (крытый бассейн, небольшое количество купающихся, регулярной обработки воды реагентами) возможно перейти на обработку с помощью активного кислорода.

4) по желанию заказчика выполняется *подсветка бассейна*; для освещения бассейнов используются подводные прожектора. Правильный выбор и размещение прожекторов позволяют создать неповторимый дизайн бассейна. Подводные прожектора изготавливаются из пластика и нержавеющей стали. Также есть модели, в изготовлении которых использовались комбинированно оба этих материала;

5) по желанию заказчика осуществляется *подогрев воды* в бассейне, подогрев осуществляется с помощью электрических водонагревателей или теплообменников. Электронагреватели благодаря компактному дизайну могут быть установлены практически в любом месте. Поставляются в комплекте с термостатом, регулятором температуры, защитой от перегрева, датчиком давления. Необходимое напряжение 230-380 V.

## ИСПЫТАНИЯ ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА МИКРО-ГЭС НА БАЗЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ МАШИНЫ ОБЪЁМНОГО ВЫТЕСНЕНИЯ

Клейн Г.О. – аспирант, Юренков В.Н. – к.т.н., доцент, Иванов В.М. – д.т.н., профессор  
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В качестве привода для микро-ГЭС можно использовать водяные гидродвигатели всевозможных конструкций – осевые и радиально-осевые турбины, водяные колёса, гидромашины с объёмным вытеснением среды из рабочей полости и т.д. Каждый из них находит своё место в пространстве напоров и расходов по целесообразности и эффективности применения.

На кафедре «Теплотехника, гидравлика и водоснабжение, водоотведение» (ТГиВВ) была разработана микро-ГЭС, а затем в лаборатории испытан её опытный образец (рисунок 1) мощностью в 1 кВт, на базе гидравлической машины объёмного вытеснения 6 [1].

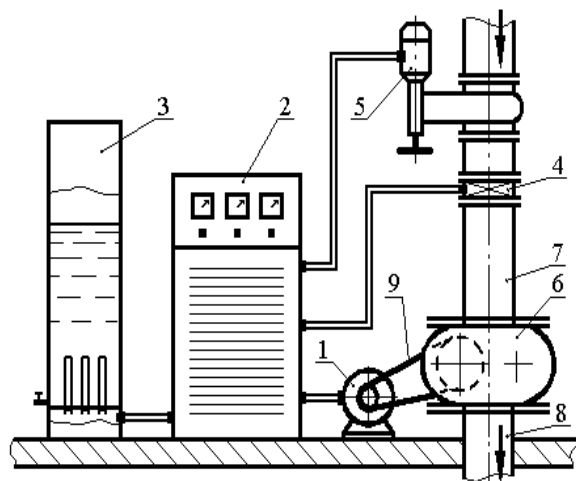


Рисунок 1 – Опытный образец микро-ГЭС

Гидромашина объёмного вытеснения состоит из корпуса, в виде обращенных один к другому параллельных сообщающихся полых цилиндрических элементов, закрытые с торцов крышками. Цилиндрические элементы сообщаются окнами, которые в свою очередь сообщаются с входным и выходным отверстиями, соответственно для впуска и выпуска рабочего тела – жидкости. В корпусе расположена пластины, соединенная на концах с цилиндрическими втулками. Каждая втулка помещена внутри своего цилиндрического элемента.

Вода насосной станцией из нижнего бака по водоподводящей системе 7 подавалась сверху на гидромашину, где приводила её в движение, затем по водоотводящей системе 8 выливалась обратно в бак.

У гидромашин в режиме гидравлического двигателя, под воздействием рабочего тела, в нагнетательной полости оказывалось давление на пластину и втулки, которые совершали движение – 8-ми образный рабочий ход. Создаваемый при этом крутящий момент передавался на выходной вал гидромашин, скорость вращения которого равнялась 500 об/мин. Расход рабочего тела при этом осуществлялся порциями, а не сплошным потоком, как в гидротурбинах.

Передача вращающего момента от гидромашин на вал электрического генератора 1 была принята цепная 9, так как использование ремённой передачи для низкооборотного вращения экономически нецелесообразно [2]. В качестве генератора был выбран трёхфазный асинхронный двигатель общепромышленного использования со скоростью вращения 1500 об/мин.

Для автоматического регулирования расхода воды с помощью электрических расходомера 4 и задвижки 5 и для поддержки электрических параметров в стандартных пределах, разработан блок автоматического управления 2 [2], при этом в работе которого

присутствует и управление балластной нагрузкой 3. В качестве балластной нагрузки используется водяной электродвигатель, ТЭНы которого подключаются к статорным обмоткам генератора и фазам тиристорного регулятора блока автоматического управления.

Исследования показали хорошую сходимость рассчитанных параметров и полученных экспериментально. В результате испытаний опытного образца микро-ГЭС было получено: КПД гидромашины – 67 %, а общий КПД микро-ГЭС – 48%.

Подобные микро-ГЭС для выработки электрической энергии из энергии потоков воды могут использоваться для энергоснабжения потребителей, расположенных в отдалённых и труднодоступных районах.

### ***Библиографический список***

1. Патент на полезную модель № 53738 РФ. Гидравлическая машина объёмного вытеснения Лапшина / Лапшин Н.Ф., Иванов В.М.; заявл. 14.03.2005; опубл. 27.05.2006; Бюл. № 15.
2. Свит П.П. Низконапорные микро-ГЭС с автобалластным регулированием. Сфера эффективного применения, расчёт, конструирование и эксплуатация: монография / П.П. Свит, Б.В. Сёмкин, В.М. Иванов, Т.Ю. Родивилина; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2007. – 160 с.