

Секция «Энергетика»

Подсекция «Гидравлика, гидроэнергетика, водоснабжение и водоотведение»
25 апреля 2007 г., 15 час. 00 мин., ауд. 110 гк

Научный руководитель – Иванов В.М. д.т.н., профессор

Секретарь – Блинов А.А. инженер

1. Воронина Ю. – студент, Щербаков А.Ю. – студент, Серых К.Г. – студент, Бахтина И.А. – к.т.н., доцент
Реконструкция КОС-1 г. Барнаула
2. Ильина А.Ю. – студент, Дурасова Н.В. – студент, Бахтина И.А. – к.т.н., доцент
Разработка схем водоснабжения и водоотведения животноводческого комплекса
3. Антипова Е.Н. – аспирант, Мингалёв С.В. – студент, Марабян А.А. – студент, Бахтина И.А. – к.т.н., доцент
Оценка методов обезжелезивания подземных вод
4. Приходько А.С. – студент, Клейн Г.О. – аспирант, Упоров А.П. – к.т.н., доцент
Коэффициенты гидравлических сопротивлений задвижек ОАО БКЗ
5. Мингалёв С.В. – студент, Соколов А.В. – студент, Юренков В.Н. к.т.н., доцент
Модернизация стенда для снятия характеристики насоса
6. Аксенов А.М. – студент, Семенов К.А. – студент, Иванова П.В. – старший преподаватель, Лысенко А.С. – доцент
Разработка системы моделирования капельной влаги
7. Блинов А.А. – аспирант, Родивилина Т.Ю. – к.т.н., доцент
Освоение гидроэнергетического потенциала малых рек и разработка конструкции гидротурбины на базе рабочего колеса от центробежного насоса
8. Семенов К.Е. – студент, Колесникова Т.В. – студентка, Лысенко А.С. – доцент
Определение дисперсного состава капель, образующихся в пневматической форсунке
9. Соколов А.В. – студент, Иванов В.М. – д.т.н., профессор
Возрождение и разработка новых конструкций водяных колес для энергоснабжения потребителей в сибирском федеральном округе РФ

РЕКОНСТРУКЦИЯ КОС-1 г. БАРНАУЛА

Воронина Ю. – студент, Щербаков А.Ю. – студент,

Серых К.Г. – студент, Бахтина И.А. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Возрастающие экологические нормативы к очищенным сточным водам, сбрасываемым в природные водоёмы, диктуют необходимость увеличения эффективности работы канализационных очистных сооружений (КОС). Вместе с тем, необходимо применять такие мероприятия реконструкции, которые при минимальных затратах позволяют повысить эффективность работы уже существующих сооружений.

В настоящей работе были проведены исследования по повышению эффективности очистки сточных вод на существующих КОС-1 г. Барнаула. В качестве мероприятий реконструкции предложена замена существующих решёток на решётки марки «Ротоскрин» и доочистка сточных вод на комбинированном сооружении отстойник-фильтр.

Решётки являются первым сооружением очистки и служат для задержания крупных примесей. В сравнении с традиционными решётки марки «Ротоскрин» имеют меньший прозор и тройной вращающийся слой стержней. За счёт перечисленных конструктивных особенностей на данных решётках образуется «фильтрующий мат», который позволяет наряду с крупными примесями задерживать более тонкие, такие как нерастворимые фосфаты, эмульгированные нефтепродукты и другие. Перечисленные выше загрязнения при дальнейшей

очистке городских сточных вод практически не задерживаются, не разлагаются, а сбрасываются в водоём с очищенными сточными водами, тем самым наносится неоправданный ущерб экологии водоёмов.

Для обоснования эффективности предлагаемой реконструкции была выполнена модель решётки и проведены необходимые экспериментальные исследования. Эксперименты проводились на реальной сточной воде. Модель устанавливалась в канал перед существующими решётками. Отбирались пробы сточной воды после модели и реальных решёток, кроме того, образующийся слой загрязнений с модели снимали и анализировали его состав. Основными анализируемыми параметрами являлись: общая масса загрязнений, концентрация нефтепродуктов, жиров, фосфатов, взвешенных веществ. По результатам исследований установлено, что, в сравнении с существующими решётками, модельная решётка типа «Ротоскрин» позволяет увеличить эффективность очистки по фосфатам на 75,3 %, по нефтепродуктам – на 55,7 %, по жирам – на 48,6 %. Общая масса задерживаемых загрязнений увеличивается на 32,8 %. Таким образом, замена решёток позволит значительно снизить нагрузку на последующие сооружения механической очистки и повысить эффективность очистки сточных вод по таким показателям как фосфаты, жиры, нефтепродукты, взвешенные вещества.

Второе направление представляемой работы – доочистка сточных вод от взвешенных веществ и БПК на скорых фильтрах. Как известно, фильтровальные станции доочистки характеризуются большими размерами, высокими капитальными и эксплуатационными затратами. Нами было предложено новое комбинированное сооружение – отстойник-фильтр, суть конструкции которого заключается в следующем. В лотке сбора очищенной воды вторичных радиальных отстойников засыпается загрузка – горелые породы. Очищенная вода после отстойников проходит слой фильтрующей загрузки, доочищается и отводится через полимерную дренажную систему «Экотон», которая укладывается по дну лотка отстойника. Таким образом в одном сооружении совмещаются процессы отстаивания и фильтрования. Проведённые экспериментальные исследования показали, что за счёт использования отстойника-фильтра повышается эффективность очистки по БПК – на 85,2%, по взвешенным веществам – на 94,3 %.

Предложенные мероприятия реконструкции при минимальных капитальных затратах позволят повысить эффективность очистки сточных вод на существующих сооружениях КОС-1 г. Барнаула.

РАЗРАБОТКА СХЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Ильина А.Ю. – студент, Дурасова Н.В. – студент, Бахтина И.А. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Одним из актуальных направлений государственного развития является восстановление и расширение различных предприятий сельскохозяйственного назначения, в том числе животноводческих комплексов крупнорогатого скота (КРС). Такие хозяйства, как правило, располагаются в небольших населённых пунктах и предназначены для производства и переработки молока. Организация рациональной схемы водоснабжения обусловлена требованиями эксплуатации необходимого оборудования (доильных аппаратов, систем сбора и первичной обработки молока и т.д.). Необходимость рациональной схемы водоотведения определяется экологическими требованиями органов Роспотребнадзора и охраны природы.

Водоснабжение комплексов КРС осуществляется из систем водоснабжения посёлков, районных центров и т.п., где, как правило, в качестве источника водоснабжения используются артезианские скважины. Качество воды подземных источников в районах Западной Сибири и Дальнего Востока не удовлетворяет требованиям СанПиН по таким показателям как содержание железа и марганца. Данные загрязнители при контакте воды с воздухом окисляются, образуя нерастворимые соединения и отложения. Кроме того, предъявляются особые требования к содержанию в используемой воде солей жёсткости, которые также образуют отложения и приводят к порче различных элементов оборудования. Для доочистки артезиан-

ских вод в составе системы водоснабжения комплексов КРС предлагается малая напорная установка двухступенчатого фильтрования. Первая ступень предназначена для обезжелезивания и демангации, а в качестве загрузки используется марганцовоокислый песок; вторая ступень – для удаления солей жёсткости и других растворимых солей, в качестве загрузки предлагается смешанный (катионо-анионный) ионит. Данные фильтры являются полностью автоматизированными и надёжными в эксплуатации.

Сточные воды в комплексах КРС формируются за счёт трёх основных потоков: хозяйственного (его расход незначителен), технического (реагентных и промывных сточных вод, их количество данных сточных вод незначительно, однако они являются высококонцентрированными) и основной поток – сточная вода с удаляемым навозом и фекалиями животных. Сточные воды комплексов КРС являются высококонцентрированными по содержанию различных биогенных элементов и достаточно неустойчивыми.

В настоящее время в большинстве хозяйств сточные воды отводятся в септик, а после 20-30 суточного брожения, отстоянная вода сбрасывается для доочистки на поля фильтрации, а осадок брожения должен вывозиться ассенизаторными машинами на полигоны захоронения. Такая схема является наиболее дешёвой, но опасна в экологическом отношении, и проблема утилизации и очистки сточных навозосодержащих вод всё возрастает. Применение типовых схем очистки таких стоков (сочетание методов механической и биохимической очистки) является громоздкой, затратной и оправдана только для больших животноводческих комплексов. Нами предлагается схема разделения и переработки данных видов сточных вод, которая может быть организована на животноводческом комплексе с любым количеством КРС. Сточная навозосодержащая смесь отводится через насосную станцию в цех разделения навоза, который включает виброгрохот для разделения навоза и сточной жидкости. Навоз поступает на шнековый пресс и после частичного обезвоживания подаётся по ленточному транспортёру на площадки хранения навоза. Сточные воды после виброгрохота поступают в компактную установку типа КУ, совмещающую в одном комплексе механическую очистку стоков на решётках и биохимическую очистку в аэротенке-отстойнике. Очищенная вода обеззараживается и может быть повторно использована в системе гидросмыва при навозоудалении в животноводческом комплексе. Таким образом, предлагаемая схема позволяет организовать обратное водоснабжение системы навозоудаления и значительно повысить экологические показатели животноводческих комплексов.

ОЦЕНКА МЕТОДОВ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Антипова Е.Н. – аспирант, Мингалёв С.В. – студент,

Марабян А.А. – студент, Бахтина И.А. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Стремительное развитие в последнее десятилетие промышленного и коммунального хозяйства городов, населенных пунктов, привело к росту водопотребления. В последние годы грунтовые воды привлекают к себе повышенный интерес. Тому есть две причины:

1. Запасы грунтовых вод намного превосходят запасы поверхностных вод.
2. Поверхностные воды подвержены всевозможным загрязнениям, что затрудняет их очистку для бытового использования.

Особый интерес к грунтовым водам проявляется еще и потому, что в настоящее время поверхностные источники не позволяют обеспечивать население необходимым объемом воды и существует дефицит чистой воды из поверхностных источников.

На значительной части территории Российской Федерации (регионы Западной Сибири, Урала, Дальнего Востока), вода из подземных источников водоснабжения характеризуется повышенным содержанием железа (до 10 мг/л и выше). Это ограничивает их использование для хозяйственно-питьевых целей. Однако подземные воды являются зачастую единственным источником водоснабжения этих регионов, к тому же они имеют высокое качество по другим показателям.

Железо, содержащееся в воде, вызывает зарастание водопроводных сетей и водоразборной арматуры, является причиной брака в текстильной, пищевой, бумажной, химической и других отраслях промышленности; может вызывать у человека аллергические реакции, провоцировать другие заболевания. Поэтому воду из подземных источников необходимо обезжелезивать.

Повышенное содержание железа в подземных водах значительно усложняет решение проблемы водоснабжения, так как вода без предварительной очистки не может быть подана потребителю. Поэтому актуальность удаления соединений железа выдвигается на первый план и может рассматриваться как предочистка воды, так как глубокое и качественное удаление этих соединений значительно повышает надежность и экономичность последующих ступеней обработки воды.

В настоящее время по технологии обезжелезивания воды предложено и внедрено большое число методов удаления железа, все многообразие которых можно свести к двум основным типам: безреагентные (физические) и реагентные. Применение того или иного метода обезжелезивания воды из подземного источника зависит от качества исходной воды.

К известным в настоящее время безреагентным методам очистки относятся: упрощенная аэрация и фильтрование, глубокая аэрация, отстаивание и фильтрование, «сухая» фильтрация, фильтрование в подземных условиях с предварительной подачей в пласт окисленной воды или воздуха, аэрация и двухступенчатое фильтрование.

Безреагентные методы обезжелезивания воды могут быть применены, когда исходная вода характеризуется следующими показателями: рН- не менее 6,7; щелочность – не менее 1 мг-экв/л; содержание углекислоты до 80 мг/л и сероводорода до 2 мг/л; перманганатная окисляемость – не более 7 мгО₂/л. К достоинствам безреагентных способов обезжелезивания относятся простота реализации и стабильность качества очищенной воды.

К реагентным относятся следующие методы: упрощенная аэрация, оксидация, фильтрование; напорная флотация с известкованием и последующим фильтрованием; известкование, отстаивание в тонкослойном отстойнике и фильтрование; фильтрование через модифицированную загрузку; электрокоагуляция, катионирование.

При реагентных способах удаления железа в воду вводятся сильные окислители – перманганат калия, вещества, содержащие активный хлор, озono-воздушная смесь. Реагентные методы обезжелезивания воды применяются при низких значениях рН, высокой окисляемости, нестабильности воды. Основным недостатком использования реагентных методов обезжелезивания при очистке воды является высокая стоимость реагентов и оборудования для их приготовления и дозирования, а также невозможность точного соблюдения требуемой дозы реагента без постоянного аналитического контроля качества исходной и очищенной воды. При этом надо учитывать, что содержание в питьевой воде многих элементов, входящих в состав реагентов-окислителей, строго регламентируется СанПиН 2.1.4.1116-02. В особенности это относится к хлорорганическим соединениям, марганцу, остаточному озону. Ошибки в выборе дозы реагентов и неисправности оборудования могут привести к неполному окислению железа или передозированию реагентов, а также попаданию в обработанную воду указанных соединений в количестве, превышающем допустимый уровень.

Реагентные методы обезжелезивания и каталитические загрузки, содержащие марганец, целесообразно применять только при значительном содержании железа (выше 10 мг/л) в воде, либо если оно присутствует в трудноокисляемой форме.

В настоящее время значительным спросом у индивидуальных потребителей и небольших производственных предприятий пользуются установки очистки подземных вод малой производительности в диапазоне 12-100 м³/сут. Целью нашей работы является подбор эффективной, экономичной фильтрующей загрузки для обезжелезивания воды из подземных источников, которая может быть использована в фильтрах-обезжелезивателях малой и средней производительности.

Приходько А.С. – студент, Клейн Г.О. – аспирант, Упоров А.П. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г.Барнаул)

Задвижки являются необходимым элементом трубопроводов любого назначения. Они состоят из входных и выходных патрубков, а между ними располагается седло в котором перемещается затвор (тарелки) от полного открытия до полного закрытия проходного сечения.

Гидравлической характеристикой задвижек является коэффициент гидравлического сопротивления при полностью открытом затворе. Он обычно относится к площади (скорости) входного сечения, определяемой по действительному (D) или условному (D_y) диаметру входа и определяется экспериментально.

Его величина, в первую очередь зависит от степени сужения проточной части задвижек, равной отношению диаметра седла d_c и условного диаметра входа D_y :

$$m = d_c / D_y$$

На величину коэффициентов сопротивления также влияют конструкция и технология сборки седла с корпусом, затворов, конструкция входных и выходных патрубков и другие факторы.

Для определения коэффициентов гидравлического сопротивления задвижек, для изучения факторов, отражающихся на его величине, на ОАО БКЗ имеется аэродинамический стенд, на котором проводятся исследования на опытных и серийных образцах. Такие исследования позволяют уменьшать коэффициенты сопротивления, контролировать качество изготовления, получать конкретные величины коэффициентов сопротивления выпускаемых задвижек. На рисунке нанесены экспериментальные значения коэффициентов сопротивления задвижек ОАО БКЗ в зависимости от степени сужения. На этом же рисунке приведены экспериментальные значения [1], кривая 1. Отмечается удовлетворительная сходимость результатов, что позволяет использовать кривую 1 для прогнозирования величины коэффициентов сопротивления новых задвижек, сравнения задвижек с разными степенями сужения.

При изменении степени сужения от 1 до 0,85 коэффициент сопротивления увеличивается незначительно - от 0,1 до 0,25. Но, начиная с сужения 0,85, темп прироста значений коэффициента сопротивления увеличивается и при $m = 0,74$ его значение достигает 1,0, а при $m=0,65 - \xi_y = 2,0-2,4$.

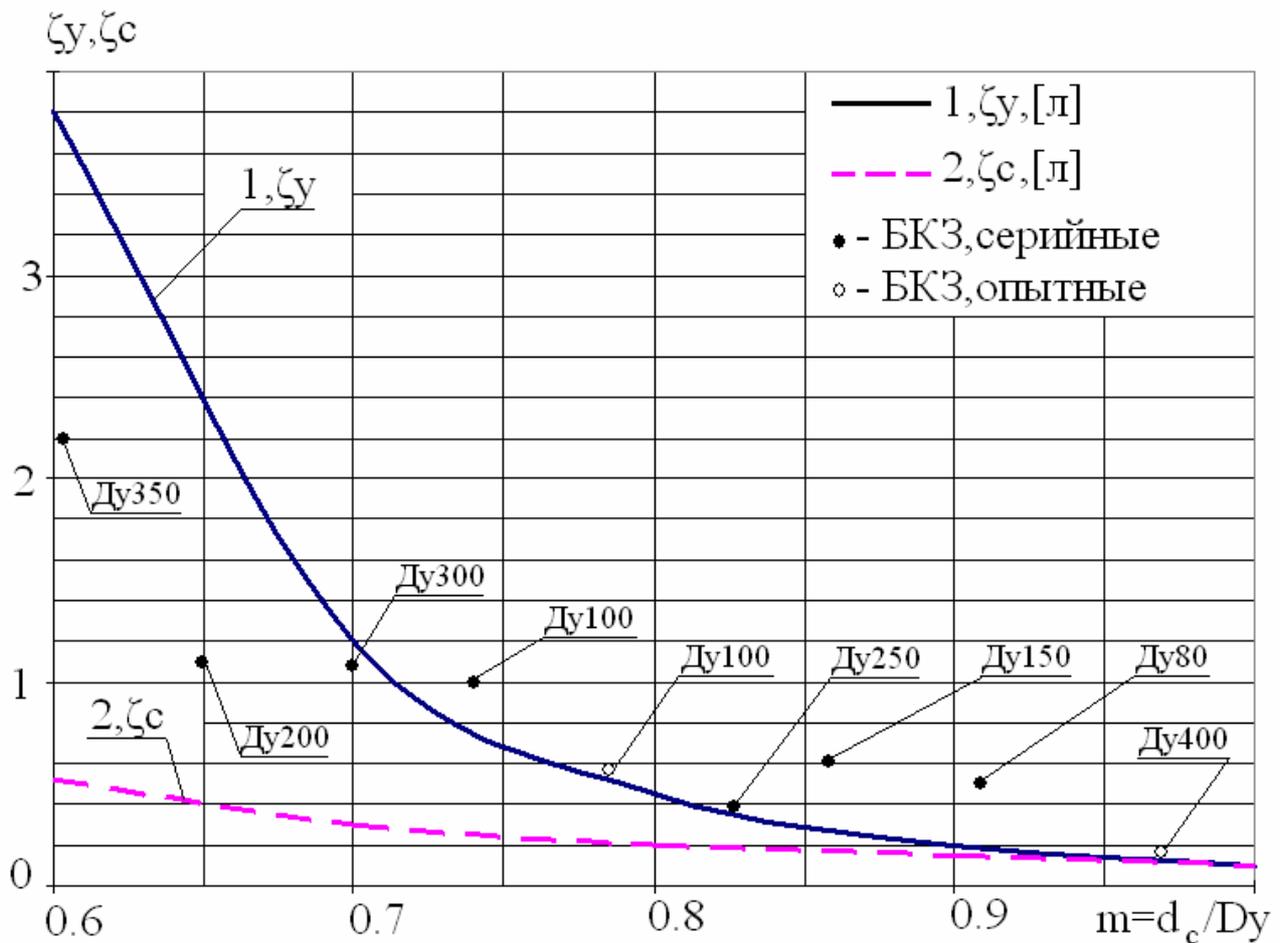


Рис.3. Зависимость коэффициентов гидравлического сопротивления задвижек от степени сужения.

В ряде каталогов, справочников используется коэффициент сопротивления задвижек, отнесенный к площади сечения седла ζ_c . На рисунке пересчетом с кривой 1 получена зависимость $\zeta_c = f(m)$, кривая 2.

Использование такого коэффициента для задвижек следует признать неудачным, так как во-первых, его величина мала для любых степеней сужения; во-вторых, он изменяется незначительно с изменением степени сужения. Все это затрудняет анализ, сравнение и расчеты гидравлических потерь задвижек.

Литература:

1. Филатов А.Г. Современная трубопроводная арматура в СССР и за рубежом. НИИИНФОРМТЯЖМАШ. Москва, 1969 г.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СТЕНДА ДЛЯ СНЯТИЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАСОСА

Мингалёв С.В.- студент, Соколов А.В.- студент, Юренков В.Н. к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В лаборатории гидравлики кафедры ТГиВВ АлтГТУ учебная лабораторная работа по снятию характеристики насоса проводится на лабораторной установке с замером всех необходимых параметров в соответствии с ГОСТ 6134-71. Приводом для насоса служит асинхронный двигатель, подача регулируется вентилем, установленном на напорном трубопроводе и определяется по величине падения давления на местном сопротивлении в виде колена с углом поворота 90° . Падение давления на «колене» регистрируется «перевернутым» U – образным манометром. Напор насоса определяется по разности давлений, регистрируемых

образцовым манометром, установленным за насосом. Динамическими давлениями во входном и выходном патрубках насоса, а также влиянием высоты установки манометров над осью насоса в виду незначительности этих высот можно пренебречь. Электрическую мощность, подводимую к электродвигателю $N_{дв}$ измеряют с помощью электроизмерительного прибора – ваттметра. Мощность на валу насоса $N_v = N_{дв} \cdot \eta_{эл} \cdot \eta_m$ определяют, принимая КПД электродвигателя по паспортным данным и механический КПД насосного агрегата в целом равным 0,98.

Максимальная подача насоса, задаваемая конструкцией стенда, определяется минимальным сопротивлением сети при полностью открытом вентиле за насосом. Оно достаточно велико и превышает 7 м, что ограничивает возможности стенда при получении характеристики насоса в области малых напоров (больших подач).

С целью расширения возможностей стенда в указанном диапазоне по напору и подаче, установка была дооборудована дополнительной параллельной ветвью (рисунок 1) отвода воды из насоса в нижний бак. Для измерения расхода воды в этой ветви установлена диафрагма на горизонтальном участке трубопровода. Разность давлений на диафрагме определяется, как и на основной ветви, «перевернутым» U – образным манометром, оснащённым в верхней точке дроссельным краником для настройки прибора. Дополнительно стенд был дооборудован прибором для измерения вакуума перед насосом в виде чашечного манометра, что позволило давление перед насосом измерять очень точно с погрешностью ± 5 Па.

Оснащение стенда параллельной ветвью с органами управления на ней и приборами, фиксирующими параметры на входе и выходе, расширило функциональные возможности стенда и позволяет обеспечить учебный процесс по гидравлике дополнительной лабораторной работой по теме «Сложные трубопроводы».

Что касается возможностей расширения диапазона режимов работы при снятии характеристик насоса, то это иллюстрируется рисунком 2, на котором приводится характеристика насоса, снятая с включением в работу дополнительной ветви.

Эта работа выполнена по инициативе студентов и исключительно их силами.

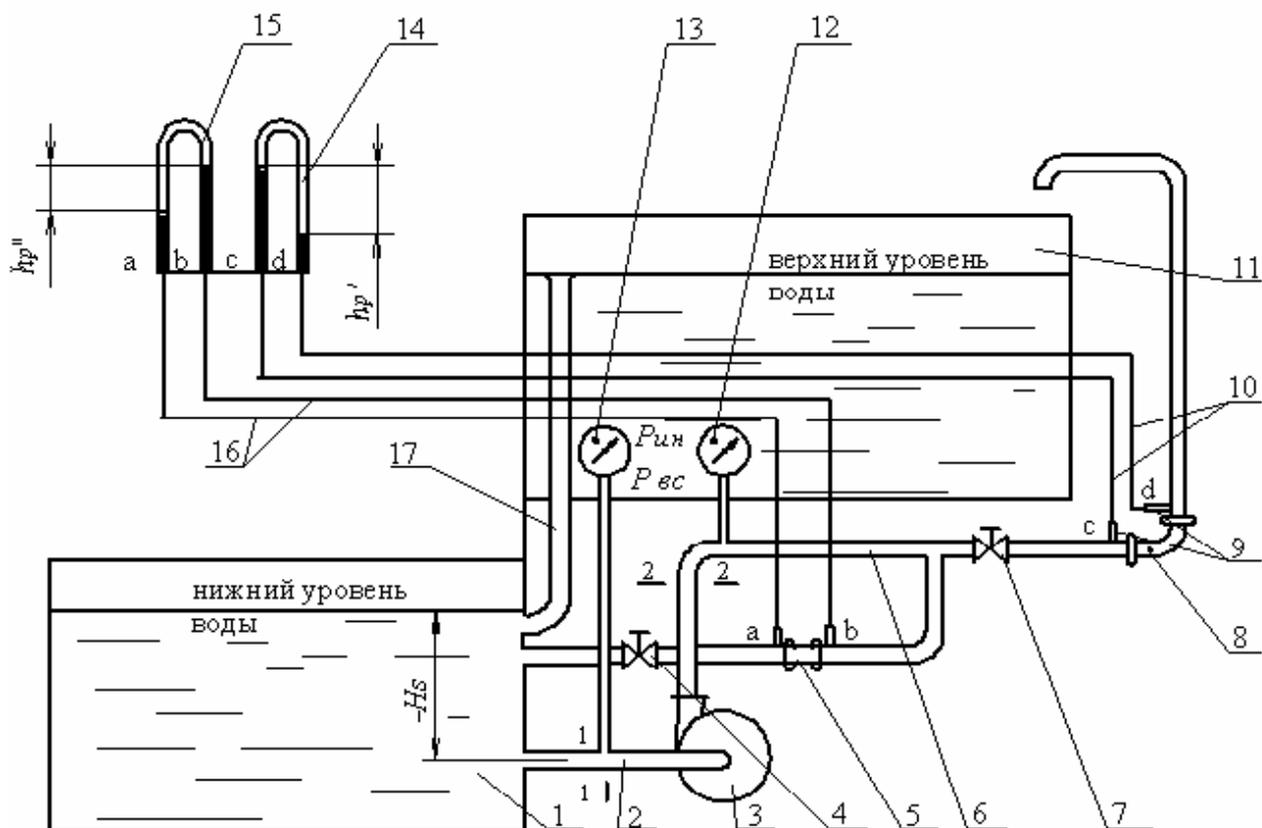


Рисунок 1 . Схема стенда для снятия характеристики насоса
 1-бак нижний; 2-всасывающий трубопровод; 3-насос; 4-вентиль; 5 диафрагма;
 6-основная ветвь; 7-вентиль; 8-колено; 9-датчики; 10-трассы; 11-бак верхний;
 12-манометр; 13-вакууметр; 14-диф. манометр; 15-диф. манометр; 16-трассы;
 17-переливная труба.

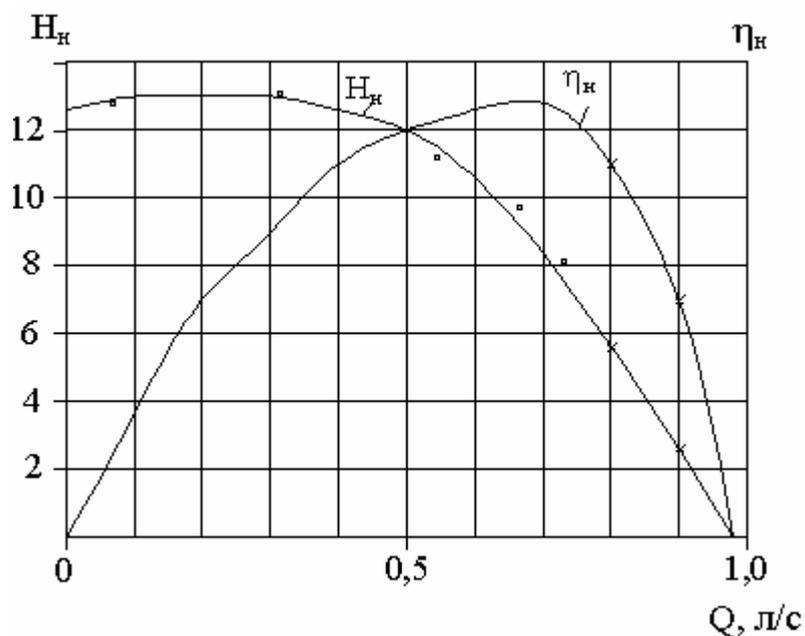


Рисунок 2 – Характеристика насоса

- ° - точки полученные при работе насоса на сеть с одной ветвью
- × - точки полученные при работе насоса на сеть с двумя ветвями

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ КАПЕЛЬНОЙ ВЛАГИ

Аксенов А.М. - студент, Семенцов К.А. – студент,
Иванова П.В. – старший преподаватель, Лысенко А.С. - доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Распыливание воды для пыле-, золо-, масло- и влагоотделителя является одной из основных составляющих. Распыливание производится устройствами, называемыми форсунками. Форсунка - это специальный насадок, обеспечивающий такой режим истечения, при котором струя на выходе в атмосферу распадается на мелкие капли.

Распыливание осуществляется за счет механической энергии, которая разрывает капли, преодолевая силы поверхностного натяжения.

По способу подвода энергии для распыливания форсунки делятся на следующие основные типы:

1. Вращающиеся форсунки, в которых для распыливания используется центробежная сила вращающихся дисков, чашечек, камер и т.д.

2. Механические форсунки, в которых распыливание осуществляется за счет потенциальной энергии давления подачи жидкости. Этот тип форсунок делится на два больших класса:

а) прямоструйные форсунки; здесь жидкость с большой скоростью вытекает из обыкновенного круглого отверстия малого диаметра.

б) центробежные форсунки, в которых распыливание также осуществляется за счет давления жидкости, но они отличаются от прямоструйных наличием вращательной составляющей скорости у струи, покидающей форсунку.

Применение больших скоростей в механических форсунках привело к уменьшению выходных отверстий сопел и тангенциальных отверстий вихревых камер. По этой причине форсунки механического распыливания требуют весьма тщательной очистки жидкости. Вместе с тем применение больших скоростей ограничило нижний предел расхода жидкости, так как размер отверстий нельзя делать чрезмерно малым - это мешает нормальной работе форсунки.

3. Пневматические (паровые, воздушные) форсунки, в которых для распыливания жидкости используется кинетическая энергия паровых или воздушных (газовых) струй.

Пневматические форсунки, имеют более сложное хозяйство и более громоздкие коммуникации, чем механические форсунки. Но они выгоднее механических благодаря тому, что менее требовательны к обработке деталей.

Это объясняется тем, что поскольку объем газа, проходящего через сопло, как правило, в сотни раз превышает объем жидкости, то и диаметр выходного отверстия приходится делать много большим, а стало быть, и менее чувствительным к засорению, чем в механических форсунках.

Форсунки воздушного распыливания можно условно разбить на две основные группы - низкого и высокого давления. К первой относятся форсунки с давлением распыливающего агента до 0,1 ати, ко второй - с давлением от одной атмосферы и выше. Имеются и форсунки среднего давления, работающие в диапазоне давлений от 0,1 ати до 1 ати. Но эти форсунки не нашли себе широкого применения в промышленности.

Как уже упоминалось, в форсунках механического распыливания для лучшего диспергирования обычно создаются высокие скорости движения жидкости в камере завихрения или в закручивающей вставке и еще большие - в выходном сопле. Чтобы преодолеть сопротивление по тракту и создать большие скорости, требуется высокий напор в линии подачи жидкости.

В форсунках пневматического распыливания дело обстоит иначе. Здесь дробление струи зависит, в основном, от движения газовой среды; поэтому движению газовой среды и придают большие скорости. В то же время скорость движения жидкости крайне мала. Напор в магистрали подачи жидкости необходим лишь для обеспечения транспортировки требуемого

количества жидкости к устью форсунки. Поэтому в некоторых конструкциях, где применен эжекционный принцип, газовая струя играет роль подсасывающего фактора и напор жидкости не превышает, как правило, нескольких десятых долей атмосферы. В других конструкциях пневматических форсунок напор в линии подачи жидкости может составить 2 ати и даже более.

Скорость газовой струи в пневматических форсунках высокого напора достигает сотен метров в секунду. В соответствии с этим давление газа, как правило, составляет 3-7 ати, а иногда и больше.

Таким образом, одним из самых простых и эффективных способов получения мелкодисперсной составляющей каплей является пневматический способ.

Поток влаги с заданной дисперсностью каплей моделировался на экспериментальной установке с помощью пневматической форсунки. Форсунка для впрыска воды должна обеспечивать необходимые размер каплей при заданном расходе воды, а также равномерное распределение их в пространстве на определенном расстоянии. Для этой цели наиболее подходит пневматическая струйная форсунка, в которой по одному каналу подводится вода, а по второму - сжатый воздух от компрессора.

Изменением давления воды устанавливается необходимый расход для получения заданной концентрации жидкой фазы в воздушной струе, а за счет изменения давления воздуха получаем необходимый дисперсный состав каплей.

Соотношения основных размеров форсунки нами с целью обеспечения необходимых параметров очистки пыле-, золо-, масло- и влагоотделителя было выбрано экспериментально (рис.1).

Система моделирования капельной влаги (система орошения) включает компрессор 1, вентиль для регулирования расхода сжатого воздуха 2, манометр 3, пневматическую форсунку 4, ротаметр 5, вентиль для регулирования расхода воды 6. Питание форсунки водой производилось из водопроводной сети. Расход воды регулировался вентилем 6 и определялся ротаметром 5. Воздух для распыления воды в форсунке подавался от компрессора 1 и регулировался вентилем 2.

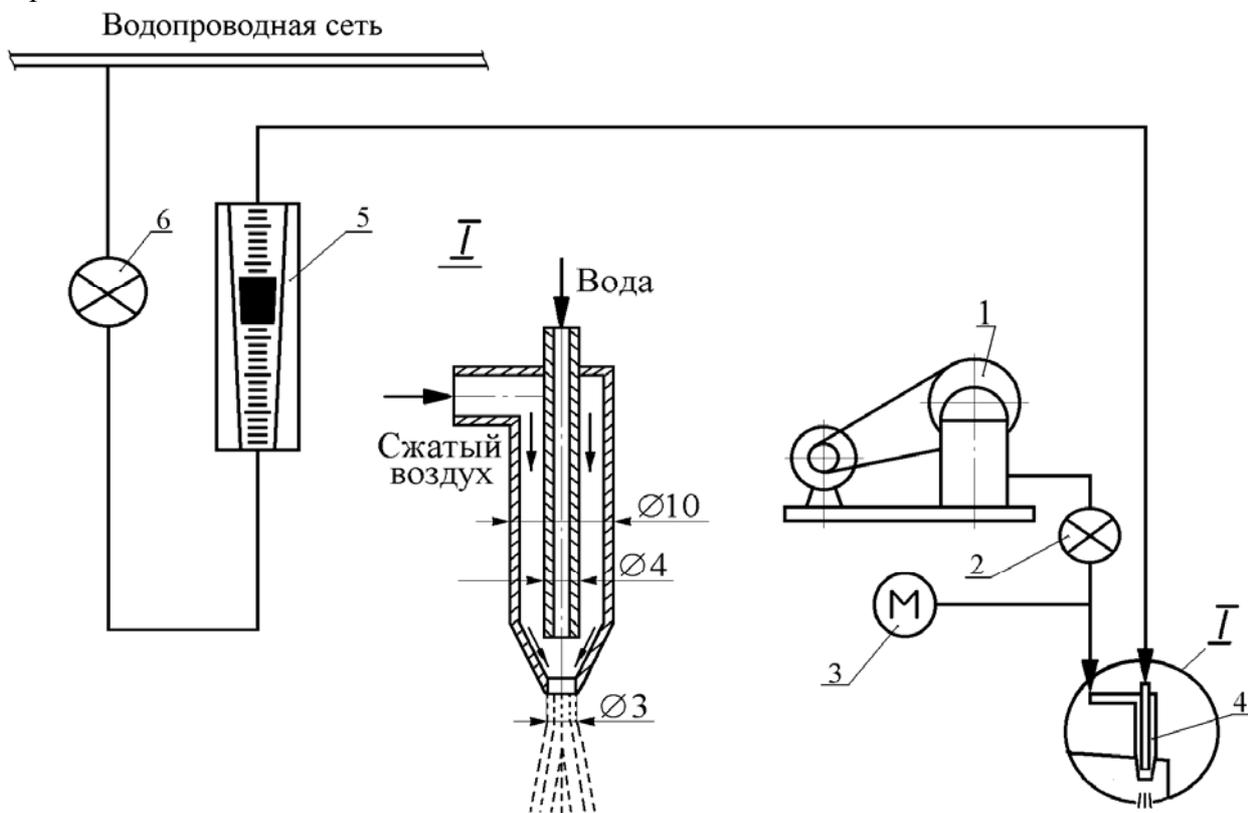


Рис.1. Схема экспериментальной установки

Дисперсный состав капель является основным параметром в работе разрабатываемого нами пыле-, золо-, масло- и влагоотделителя.

В любой струе содержатся капли широкого спектра размеров. Общепринято поэтому струю характеризовать средним диаметром капель. Говоря о среднем диаметре капель мы представляем себе взамен распыленной массы жидкости, состоящей из капель различных диаметров, некоторую фиктивную массу, состоящую из капель одинакового среднего диаметра.

Полное аналитическое решение задачи о размерах капель представляет в настоящее время значительные трудности.

Во-первых, для решения вопроса о том, какое из неустойчивых колебаний при заданных условиях приведет к распаду струи, необходимо знать длины волн и интенсивность колебаний, существующих в струе. Эти колебания задаются начальными условиями истечения струи, т. е. характером течения струи в форсунке, конструкцией распылителя, обработкой и состоянием поверхности сопла и т.д.

Во-вторых, получающиеся капли являются результатом сложного процесса дробления первично образующихся капель. Последний процесс мог бы быть выражен уравнением пульсационного движения и граничными условиями, соответствующими промежуточным состояниям капель. Однако сформулировать граничные условия для промежуточных стадий не представляется возможным, так как нельзя проследить все сменяющиеся формы распада струй.

Поэтому средний диаметр капель определялся экспериментально.

ОСВОЕНИЕ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА МАЛЫХ РЕК И РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ГИДРОТУРБИНЫ НА БАЗЕ РАБОЧЕГО КОЛЕСА ОТ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

Блинов А.А. – аспирант, Родивилина Т.Ю. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г.Барнаул)

Сибирский Федеральный округ обладает значительными гидроэнергетическими ресурсами, на пример в Алтайском крае протекает 17085 рек общей протяженностью 51004 км, из них 16309 (95 %) длиной менее 10 км и 776 (5 %) длиной более 10 км, в т.ч. 32 реки протяженностью более 100, из них 3 – более 500 км. Практически возле каждой реки расположены несколько малых населенных пунктов, туристических комплексов, фермерских хозяйств и др., которые испытывают острую потребность в электроэнергии, так как находятся в отдаленных и труднодоступных районах и не имеют централизованного энергоснабжения. Актуальным и наиболее оптимальным решением проблемы энергоснабжения данных объектов является внедрение МГЭС, где будут установлены гидротурбины для выработки электроэнергии.

В настоящий момент более 20% населения РФ не имеет централизованного электро-снабжения. Внедрение малых гидроэнергетических станций (МГЭС) позволит получать электроэнергию за счет использования потенциала малых рек и водотоков, улучшать условия жизни и работы людей, способствовать развитию местной промышленности, решать социальные проблемы, снизить экологический ущерб окружающей среде по сравнению с другими автономными источниками электроэнергии.

В условиях неокрепшей экономики создание МГЭС экономически целесообразно и перспективно со следующих позиций:

- сооружение МГЭС не требует больших капиталовложений, что облегчает поиск инвесторов, и является менее трудозатратным;
- МГЭС быстрее строятся и окупаются, несмотря на то, что стоимость кВт установленной мощности на них выше, чем на средних и больших ГЭС;

- благодаря разработке типовых проектов и унифицированных деталей для строительства МГЭС их стоимость может быть значительно снижена, что, наряду с небольшими сроками создания и окупаемостью затрат (быстрым возвратом инвестиций), делает эти станции привлекательными для вложения капитала;

- отсутствие возможностей финансирования строительства МГЭС из федерального бюджета, простота и надежность конструкций, гибкость эксплуатации, малые затраты на обслуживание — все это позволяет считать возведение МГЭС задачей регионов и местных энергосистем, вопросы финансирования решать через потребителей и инвестиции на местах;

- положительным фактором строительства МГЭС является возможность поочередного возведения гидроузлов с постоянным по мере необходимости наращиванием регулирующей емкости, определяемой водопотреблением на данном этапе экономического развития региона, и с соответствующим поэтапным распределением капитальных вложений;

- эксплуатация МГЭС экономит органическое топливо и не зависит от ситуации на рынке топлива, стоимость которого в России продолжает расти;

- строительство большого числа водохранилищ МГЭС, помимо выработки электроэнергии, поможет обеспечить водными ресурсами различные отрасли хозяйства в разных частях бассейнов рек;

- создание МГЭС имеет ряд преимуществ по сравнению с более крупными гидроэнергетическими объектами. Они решают разные задачи и не исключают, а дополняют друг друга. Так, малая энергетика может развиваться и параллельно крупным ГЭС, особенно там, где передача энергии в труднодоступные, например горные, районы затруднена, где возможны аварии ЛЭП из-за схода лавин и т.д. Дополнение крупномасштабной гидроэнергетики малой повышает надежность электроснабжения и позволяет более эффективно использовать гидроэнергетический потенциал рек;

- МГЭС могут работать и в составе объединенных энергосистем в качестве надежного маневренного источника энергии.

Внедрение МГЭС затрудняется так же из-за стоимости оборудования для МГЭС (так по данным справочника «Оборудование возобновляемой и малой энергетики» за 2005 г. стоимость оборудования вырабатывающего 1 кВт установленной электроэнергии ведущих фирм-производителей ЗАО «МНТО ИНСЭТ», г. Санкт-Петербург, РАМиНЭ «МАГИ» г. Москва и НПО «РАНД» г. Санкт-Петербург колеблется в пределах от 1000 до 1200 долларов).

Значительное уменьшение стоимости оборудования, в частности гидротурбины, может быть достигнуто благодаря использованию следующих конструкторских и технологических решений:

- использование рабочего колеса от центробежного насоса;

- спиральная камера из стандартных трубных элементов с жестко встроенными направляющими лопатками, благодаря чему достигается оптимальный КПД гидротурбины (рис.1);

- использование асинхронного двигателя, в качестве электрогенератора.



Рис.1. Рабочая модель гидротурбины в натуральную величину

Снижение стоимости капитальных затрат на строительство МГЭС так же может быть достигнуто за счет использования ранее построенных гидротехнических сооружений для МГЭС, которые были построены и использовались в 50-е и 60-е годы прошлого столетия. Так по данным 1962 г. число МГЭС в нашей стране насчитывалось около 3000. Большинство из них вскоре перестали вырабатывать ток, их оборудование было разукomплектовано, хотя многие здания и сооружения еще сохранились и могут быть восстановлены, некоторые из них уже функционируют.

Но в последние годы интерес к МГЭС вырос вновь в связи с дефицитом и увеличением стоимости органического топлива, необходимостью электрификации изолированных сельских и промышленных потребителей, большими затратами на транспортировку дизельного топлива в отдаленные районы с рассредоточенными потребителями энергии, недоступными для получения электроэнергии по линиям электропередач.

Однако при проектировании новых и реконструкции старых МГЭС должны учитываться не только экономические, но, в первую очередь и экологические проблемы электроснабжения различных регионов.

Среди экологических проблем важнейшими при создании МГЭС являются следующие:

- создание МГЭС взамен небольших электростанций, работающих на органическом топливе, приводит к существенному оздоровлению воздушного бассейна;
- экологический эффект МГЭС проявляется, прежде всего, в гораздо меньших площадях затоплений и подтоплений по сравнению со средними и тем более крупными гидроузлами, особенно если они располагаются на равнинных реках в верхних частях их бассейнов, на беспойменных участках, чтобы избежать затоплений. В этих случаях водохранилища МГЭС могут подпитываться из больших рек по каналам и трубопроводам.

- экологический эффект МГЭС особенно ярко проявляется в том случае, если водохранилища ГЭС будут расположены в пределах русла, и их нижний подпорный уровень (НПУ) не будут превышать отметок бровки русла;

- будучи мелководными и небольшими по объему, водохранилища МГЭС не препятствуют процессам водообмена в речных системах и, напротив, способствуют перемешиванию водных масс и их аэрации;

- подготовка ложа к затоплению малых искусственных водоемов не сложна по сравнению со средними и крупными водохранилищами. Серия МГЭС может создавать условия как для многолетнего регулирования стока, так и для снижения пиков половодий или паводков;

- плотины и водохранилища МГЭС в значительно меньшей степени, чем другие виды энергообъектов, нарушают нормальную естественную среду обитания человека и животного мира. И для рыбного хозяйства плотины малых ГЭС менее опасны, чем средних и крупных ГЭС, перекрывающих миграционные пути проходных и полупроходных рыб и затопляющих нерестилища.

Строительство МГЭС рационально там, где социально-экономические условия и перспективы развития производительных сил региона не требуют создания большой энергетики, и малые электростанции могут обеспечить местное энергоснабжение отдельных предприятий, городов и поселков. Малая гидроэнергетика может развиваться и параллельно крупным ГЭС там, где передача энергии на расстояние затруднена. Дополнение крупномасштабной гидроэнергетики малой повышает надежность энергоснабжения и позволяет более эффективно использовать гидроэнергетический потенциал рек.

Очень важным аспектом строительства гидроэлектростанций на малых реках является разработка ряда мер по популяризации, разъяснению задач и выгод от энергопроектов, по созданию условий для экономической заинтересованности регионов в МГЭС с учетом взаимоотношений с природной средой различных социальных и этнических групп населения. Для повышения доверия к энергообъектам гидротехники должны широко информировать общественность о решениях в области гидроэнергетики и привлекать ее к обсуждению наиболее важных и принципиальных вопросов.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИСПЕРСНОГО СОСТАВА КАПЕЛЬ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ В ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ФОРСУНКЕ

Семенов К.Е. - студент, Колесникова Т.В. – студентка, Лысенко А.С. - доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Для выполнения дисперсного анализа распыленной жидкости в настоящее время, применяют три группы способов:

1) прямые (улавливание капель иммерсионной средой, микрофотографирование факела распыленной жидкости при освещении искровым разрядом);

2) способы, основанные на замене изучаемой жидкости веществом с низкой температурой плавления, приобретающим при нагревании физические свойства изучаемой жидкости с последующим отвердением капель в полете (применение в качестве моделирующего вещества парафина, воска, замораживание капель исследуемой жидкости в жидком азоте);

3) косвенные способы измерения (седиментометрические, оптические и т.д.).

Обработка данных, полученных по любому из этих методов, сводится к измерению диаметров либо самих капель, либо фотографий капель или их отпечатков. Полученные данные позволяют построить кривые распределения.

Исходя из таких фактов, как трудность приобретения специального оборудования и наибольшая освоенность для дисперсного анализа распыленной жидкости (воды), при выполнении данной работы был выбран способ улавливания капель в иммерсионную среду с последующим микрофотографированием. В качестве иммерсионной среды применялась смесь медицинского вазелина с трансформаторным маслом в соотношении по объему 1:2 соответственно. Смесь наносилась ровным слоем толщиной около 0,3 мм на предметное стекло с раз-

мерами 75x26x1,75 мм. После стабилизации работы форсунки на каждом режиме, предметное стекло с иммерсионным слоем проносилось равномерно через факел распыленной воды нормально к его оси на расстоянии 380 мм соответственно входу в пыле-, золо-, масло- и влагоотделитель. Для микрофотографирования использовался микроскоп типа ММУ-3 с микрофотонасадкой МФН-12 и фотоаппаратом. Предварительно до начала фотографирования каплей на 1-2 кадрах пленки фотографировался объект-микрометр для определения масштаба увеличения микроскопа и фотоувеличителя. После этого стекло с иммерсионным слоем и каплями на нем устанавливалось на предметный столик микроскопа и производилось микрофотографирование каплей распыленной воды по схеме и в последовательности, представленными на рис.1. Выбор заданных точек фотографирования достигался поворотом продольного и поперечного винтов для перемещения предметного столика и отсчетом по соответствующим шкалам.

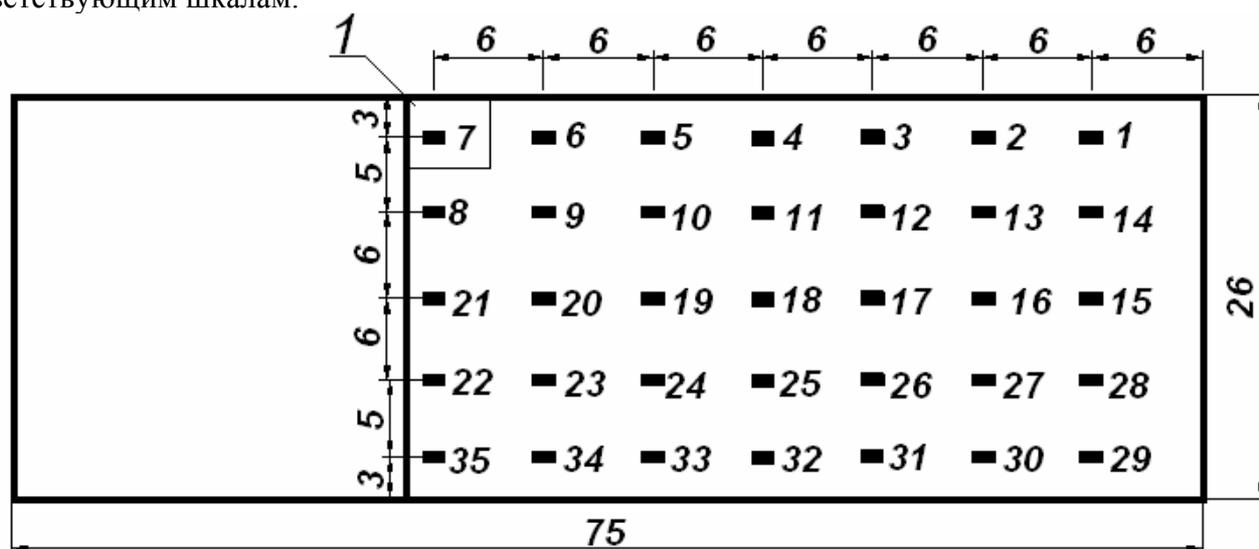


Рис.1. Схема микрофотографирования (1 – площадь одной фотографии).

На каждом режиме было заснято по одной пленке. Суммарное увеличение каплей на позитивах для определения диаметра и количества каплей составило 100 раз. По каждому из полученных позитивов определялись размеры каплей путем сравнения их с делениями объект-микрометра, заснятого в таком же масштабе, подсчитывалось количество каплей в определенном интервале. На рис.2 и 3 показаны микрофотоснимки каплей при общем увеличении 100 раз и график их распределения в зависимости от режима.

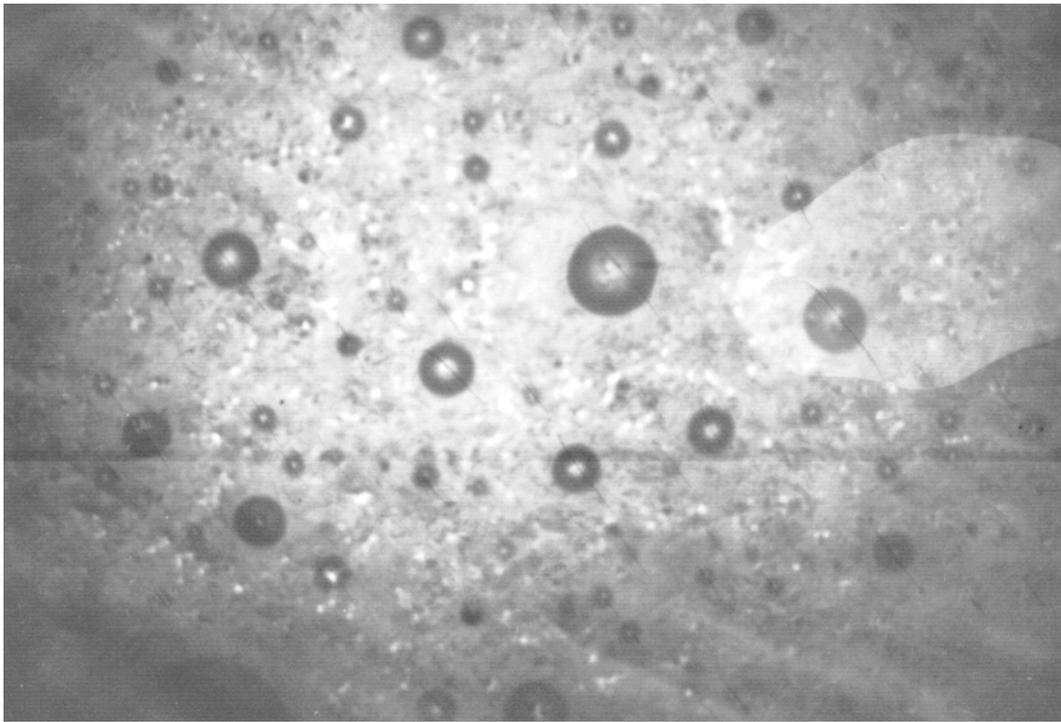
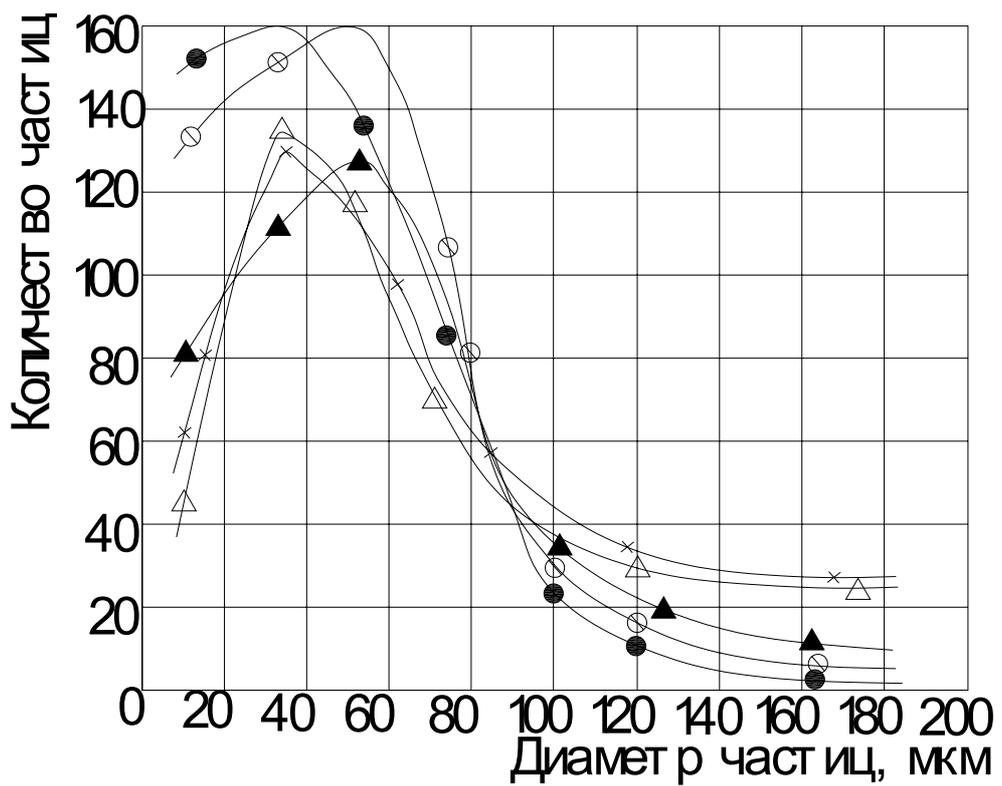


Рис.2. Микрофотография пробы влаги (увеличение в 100 раз).



●-2 реж. ○-2 реж. ▲-3 реж. △-4 реж. ×-5 реж.

Рис.3. График распределения капель

ВОЗРОЖДЕНИЕ И РАЗРАБОТКА НОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ВОДЯНЫХ КОЛЕС ДЛЯ
ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ В СИБИРСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ РФ
Соколов А.В. – студент, Иванов В.М. – д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет (г.Барнаул)

Малая гидроэнергетика будет играть ключевую роль в развитии возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в Европе; еще большая роль может быть у малой гидроэнергетики в России, обладающей значительным гидроэнергетическим потенциалом. В условиях возрастающего потребления электроэнергии, принятия международных соглашений по сокращению выбросов парниковых газов (таких как Киотский протокол), роста ущерба окружающей среде от потребления ископаемого топлива, а также учитывая тот факт, что во многих европейских странах почти не осталось мест для строительства больших гидроэлектростанций (ГЭС), особый интерес проявляется к малой гидроэнергетике.

В этом столетии ожидается значительное увеличение потребления энергии. В то же время, нарастает озабоченность в вопросах защиты окружающей среды. В этом контексте малая гидроэнергетика имеет огромный потенциал, за счет которого может быть обеспечена потребность в энергии при минимальном влиянии на окружающую среду. Европа занимает лидирующие позиции в области малой гидроэнергетики и обладает лучшими современными технологиями в этой области энергетики. Европа является мировым лидером по установленной мощности малых ГЭС (МГЭС) и по вырабатываемой от МГЭС электроэнергии.

За пределами Европы существует возможность экспорта технологий, которая создает хорошие перспективы для европейских производителей.

Заглядывая в будущее, можно определить причины для поддержки малой гидроэнергетики:

- истощение ресурсов нефти и газа приведет к увеличению стоимости производства электроэнергии на тепловых электростанциях;
- при замещении тепловых электростанций малая гидроэнергетика является лидирующей технологией, обеспечивающей снижение выбросов парниковых газов; при вводе торговых квотами, тепловые электростанции будут производить все более дорогую энергию;
- высоковольтная передача энергии постоянного тока на большие расстояния становится дешевле и электросети становятся более общими и гармонизированными;
- рост населения мира, особенно в развивающихся странах, потребует соответствующей инфраструктуры для ирригации и водоснабжения; добавление малой гидроэнергетики в такие проекты экономически выгодно и не приводит к существенному влиянию на окружающую среду и социальную обстановку;

В настоящий момент около 20 000 неиспользуемых или разрушенных водяных мельниц в Великобритании и Германии восстанавливаются, как микро гидростанции, с планируемой выработкой электроэнергии до 1000 МВт. И хотя они не так эффективны как современные турбины низкого давления, и верхненаливные, и подливные водяные колеса гораздо дешевле построить, установить и обслуживать, причем они могут работать с разным режимом потока и с гидростатическим напором всего в 0,5 м. Сейчас около 3% всей электроэнергии Великобритании вырабатывается за счет эксплуатации МГЭС, к 2003 году планируется повысить эту цифру до 5%, а к 2008 году – до 10%.

Водяные колеса, эффективно используемые сейчас в Великобритании и Германии, можно условно разделить на два типа:

- верхненаливные колеса, когда вода подается на колесо сверху;
- подливные колеса, когда вода подается ниже оси вращения колеса.

С учетом эксплуатационного опыта можно сделать вывод о том, что верхненаливные водяные колеса можно рекомендовать для участков с расходом воды до 0,8 м³/с и с напором 2-7 м. Подливные водяные колеса могут эффективно использоваться для напора воды от 1 до 2 м с выходной мощностью до 45 КВт. Как результат сейчас по всей Европе растет число ус-

тановленных преобразователей энергии для участков с небольшим гидроэнергетическим потенциалом.

Учитывая опыт строительства и эксплуатации МГЭС на базе водяного колеса авторы данных тезисов разработали проект по реконструкции и установке верхненаливного водяного колеса на Колыванском камнерезном заводе (рис. 1, 2), которое служило в качестве привода для механических станков в 17-18 в. В настоящий момент водяное колесо эффективно вырабатывает электроэнергию, которая идет на освещение ряда зданий. Технические характеристики разработанного колеса следующие:

- среднегодовой расход около 500 л/с;

- напор 6 м;

- вырабатываемая электрическая мощность 12 кВт при гидравлической мощности 50 кВт с общим КПД 60%.

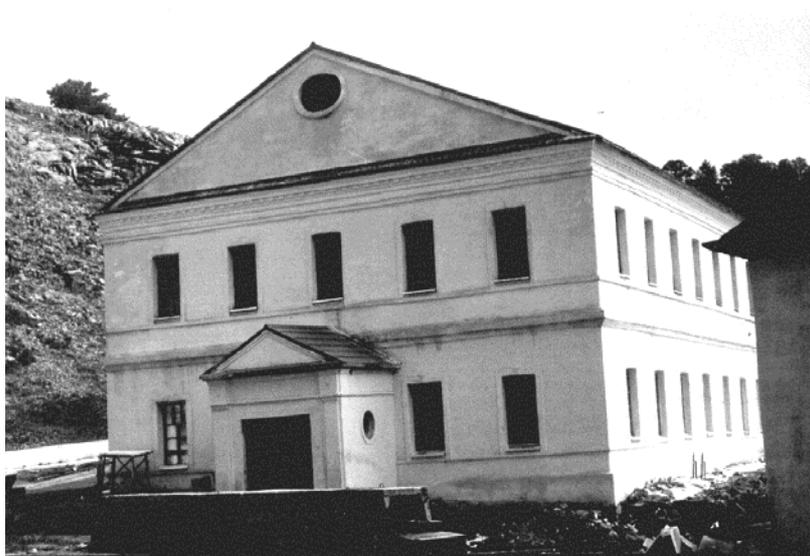


Рис. 1. Историческое здание Колыванского камнерезного завода

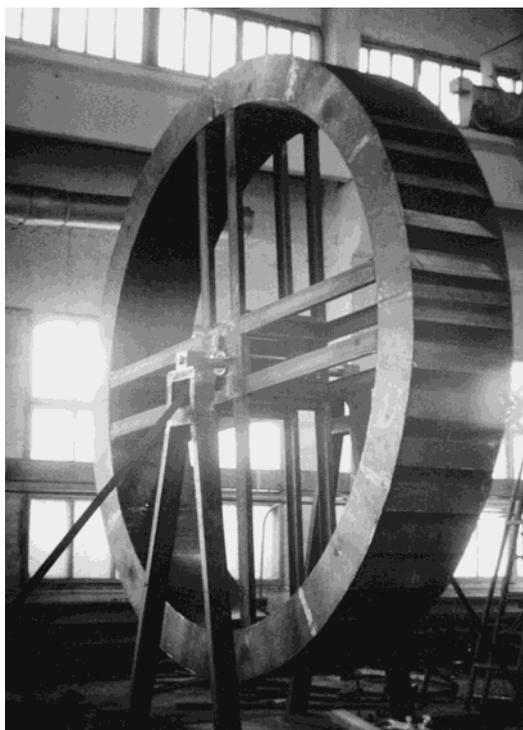


Рис. 2. Водоналивное колесо

Сибирский Федеральный округ обладает значительными гидроэнергетическими ресурсами, на пример в Алтайском крае протекает 17085 рек общей протяженностью 51004 км, из них 16309 (95 %) длиной менее 10 км и 776 (5 %) длиной более 10 км, в т.ч. 32 реки протяженностью более 100, из них 3 – более 500 км. Практически возле каждой реки расположены несколько малых населенных пунктов, туристических комплексов, фермерских хозяйств и др., которые испытывают острую потребность в электроэнергии, так как находятся в отдаленных и труднодоступных районах и не имеют централизованного энергоснабжения. Актуальным и наиболее оптимальным решением проблемы энергоснабжения данных объектов является внедрение МГЭС на базе водяных колес. Привлекательность использования водяных колес как гидрогенератора, заключается еще и в возможности его использования на месте ранее существовавших водяных мельниц или гидротехнических сооружений для МГЭС. Тогда основные затраты на гидроэнергетический генератор будут составлять только стоимость водяного колеса, а так же его механических и электрических компонентов. Укомплектованная верхненаливным или нижнебойным колесом установка, включая общую, механическую и электротехническую разработку с электрической мощностью 25 кВт стоит приблизительно 30-50% стоимости той же самой электростанции со стандартной турбиной. Затрата на работу по общему проектированию можно оценить как 30-40% механической и электрической разработки, таким образом, более высокий процент затрат относится к гидравлическому винту и нижнебойному водяному колесу. Эти цифры, тем не менее, применимы только к ситуациям, где уже существуют плотины и достаточные перепады. Если же нужно строить плотины или увеличить напор, например, относительно нижнего уровня воды по течению, то затраты на работы по общей разработке могут достигать 80%. Сэкономленные средства от установленных водяных колес и гидравлических винтов трудно оценить, поскольку нужно находить конкретные решения для каждого отдельного места. Нижнебойные колеса, с их большими размерами, уловителями мусора, нуждающимися в автоматизации их очистки, бетонной «пастелью», приблизительно в два раза дороже верхненаливных колес.

Т.о., когда более 20% населения РФ не имеет централизованного электроснабжения, внедрение МГЭС позволит получать электроэнергию за счет использования потенциала малых рек и водотоков, улучшать условия жизни и работы людей, способствовать развитию местной промышленности, решать социальные проблемы, снизить экологический ущерб окружающей среде по сравнению с другими автономными источниками электроэнергии.