

Государственная инспекция  
по энергетике и газу



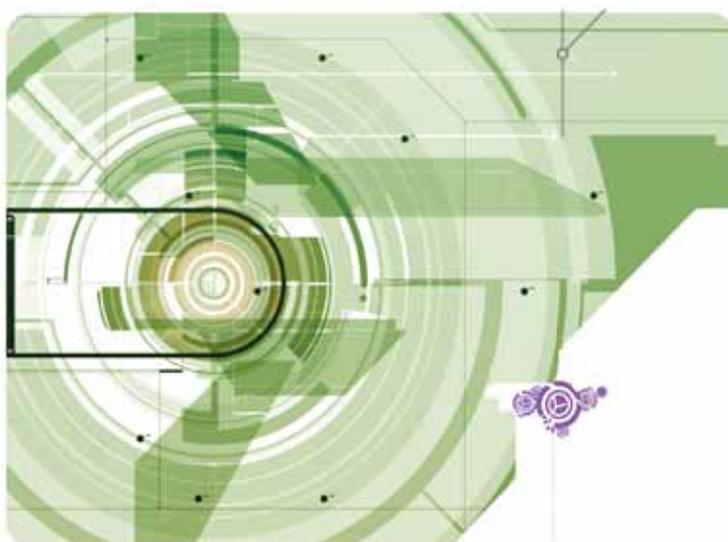
Программа Развития  
Организации Объединенных Наций



ЦЕЛИ РАЗВИТИЯ ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ ООН  
Цель 7: "Обеспечение экологической устойчивости"

# МикроГидроЭлектроСтанции

## Пособие по Применению



Бишкек 2007

# **МикроГидроЭлектроСтанции**

## Пособие по Применению

Бишкек, 2007

УДК 621.31  
ББК 31.57  
Л 61

**Липкин В. И., Богомбаев Э. С.**

Л 61 Микрогидроэлектростанции: Пособие по применению. – Б. – 30 с.,  
2007

ISBN 978–9967–24–643–0

В пособии представлены основные сведения о гидроэнергетическом потенциале Кыргызской Республики, о гидрологии и гидроэнергетических характеристиках малых водотоков.

Показаны различные варианты устройства микро гидроэлектростанций (микроГЭС), возможные схемы размещения микроГЭС в горных условиях и на равнинах. Предложены: гидромеханические сооружения, линии электропередач, конструкции гидрогенераторов и способы их установки.

Приведены основные требования по технике безопасности. Дано руководство по эксплуатации микроГЭС установленной мощностью до 10 кВт. Приведены сведения о изготовителях микроГЭС.

Рассмотрены: нормативно–правовая база, программы поддержки для использования микроГЭС, эффективность применения микроГЭС.

Пособие предназначается для широкого круга лиц, заинтересованных в использовании гидро энергии малых водотоков: руководителям предприятий, сотрудникам НИИ и государственных учреждений, студентам учебных заведений, фермерам и сельским предпринимателям.

ISBN 978–9967–24–643–0

УДК 621.31  
ББК 31.57  
Л 2206000000–07

© Липкин В. И., Богомбаев Э. С., 2007

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1. ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ .....	5
1.1 Гидроэнергетический потенциал .....	5
1.2 Гидрологические и гидроэнергетические характеристики малых водотоков .....	6
2. УСТРОЙСТВО МИКРО ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ .....	7
2.1 Выбор места и схемы размещения микроГЭС .....	7
2.2 Методы определения расхода и напора воды .....	9
2.3 Гидротехнические сооружения .....	11
2.4 Конструкции и способы установки гидрогенераторов .....	14
3. ЭКСПЛУАТАЦИЯ МИКРОГЭС НА ПРИМЕРЕ ГИДРОГЕНЕРАТОРА Т 25–10 .....	19
3.1 Работа и обслуживание .....	19
3.2 Техника безопасности при эксплуатации микроГЭС .....	26
4. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И НОРМАТИВНЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОГЭС .....	27
4.1 Эффективность применения микроГЭС .....	27
4.2 Нормативно–правовая база для использования микроГЭС .....	28
5. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ .....	29
5.1 Программы поддержки использования микроГЭС .....	29
5.2 Перечень изготовителей оборудования микроГЭС .....	30

---

## ВВЕДЕНИЕ

---

В настоящее время во всем мире и в Кыргызской Республике проявляется интерес к получению энергии из возобновляемых источников энергии, которыми являются потенциальная энергия солнца, воды и биомассы. Применение установок, преобразующих энергию этих источников в любой другой вид энергии, направлено, прежде всего, на улучшение энергоснабжения относительно небольших объектов, расположенных в зонах, удаленных от централизованных электрических и тепловых сетей, нефте- и газопроводов.

Установки, использующие возобновляемые источники энергии, приобретают особенно важное значение в связи с проблемами использования ископаемого топлива, задачами по его экономии, а также глобальной проблемой изменения климата в связи с выбросом в атмосферу парниковых газов при использовании ископаемых энергоресурсов.

По территории Кыргызской Республики протекают десятки крупных и сотни малых рек и каналов, в которые вливаются тысячи высокогорных ручьев. Гидроэнергетический потенциал малых водотоков оценивается мощностью 1 600 000 кВт. Потенциальную гидроэнергию малых водотоков целесообразно направить на малые и микро гидроэлектростанции, где строительство централизованных линий электропередач технически и экономически не выгодно.

Цель настоящей брошюры заключается в том, чтобы в доступной форме изложить основы рационального использования гидроэнергии малых водотоков – малых рек, ручьев и каналов. Показать правовые основы использования микро ГЭС и их эффективное применение.

---

## 1. ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

---

### 1.1 Гидроэнергетический потенциал

Кыргызская Республика (КР) обладает огромным потенциалом гидроэнергии. В Республике действуют 18 гидроэлектростанций с суммарной установленной мощностью более 2 700 000 кВт. По оценкам мировых экспертов это составляет 9...10 % возможного гидроэнергетического потенциала КР.

Энергетические ресурсы рек КР оцениваются примерно в 162 млрд. кВт-ч в год. Однако, выработка электроэнергии за последние 5 лет составляет от 10 до 15 млрд. кВт-ч в год.

Мировое потребление первичных энергоресурсов в мире увеличилось за последние два десятилетия в 1,8 раза, а в Кыргызстане — в 3 раза. Эффективность использования энергоресурсов в Кыргызстане в 2 раза ниже среднего уровня СНГ и в 5...7 раз ниже уровня развитых стран мира.

Амплитуда колебаний объема выработок и потребления электроэнергии по годам обусловлена притоком воды р. Нарын и ограниченностью выработок электроэнергии на Нарынском каскаде электростанций в зимний период года. Наибольшее потребление электроэнергии приходится на ноябрь–март месяцы, однако, в этот период выработка электроэнергии Токтогульского каскада ГЭС лимитирована, что обусловлено ирригационными обязательствами Кыргызстана перед соседними государствами. Поэтому, обеспечение электроэнергией в целом по республике и в частности в Иссык-Кульской области недостаточное.

Значительная протяженность высоковольтных линий электропередач и бедствующее положение большинства населения КР приводит к сравнительно большим потерям электроэнергии. Технические потери при передаче составляют около 6 %, при распределении — 15 % и, так называемые коммерческие потери — 25 % от поставленной электроэнергии.

До 70-х годов XX века в КР действовало около 300 микро и малых ГЭС. После ввода в эксплуатацию крупных ГЭС и тепловых электростанций большинство микро и малых ГЭС были законсервированы, а затем демонтированы и разрушены.

Техническое состояние существующих малых ГЭС в настоящее время не удовлетворительное. Они не работают в должном режиме из-за устаревшего оборудования.

Микро ГЭС начали устанавливать вновь с 2002 года. Суммарный технически возможный для освоения гидроэнергетический потенциал рек КР, со средними многолетними расходами воды от 0,3 до 50 куб.м/с, определен в 5...8 млрд. кВт-ч электроэнергии в год. При этом освоено всего около 3% — это 8 действующих малых ГЭС.

## 1.2 Гидрологические и гидроэнергетические характеристики малых водотоков

Реки и ручьи Кыргызской Республики питаются талыми водами сезонных снегов и талыми водами « вечных » снегов и ледников. Дождевые воды в стоке рек оказываются незначительными. Подземные воды в питании рек имеют решающее значение в холодный период года.

Гидрограф(график расхода воды) половодья на реках Кыргызской Республики имеет гребенчатый вид. Наблюдаются два максимума – весенний и летний.

Расход воды в половодье летом более чем в 10 раз превышает расход воды в межень (февраль...март).

Проведенные исследования показали, что гидроэнергетический потенциал малых рек Кыргызской Республики по всем ее областям дает возможность сооружения 92 новых малых ГЭС с суммарной мощностью около 178 МВт и среднегодовой выработкой до 1,0 млрд. кВтч электроэнергии.

Кроме того, можно было бы восстановить 39 существовавших ранее малых ГЭС общей мощностью 22 МВт и среднегодовой выработкой до 100 млн. кВтч электроэнергии.

В более отдаленной перспективе можно соорудить 7 ГЭС на ирригационных водохранилищах с установленной мощностью 75 МВт и среднегодовой выработкой электроэнергии около 220 млн. кВтч. Это позволило бы значительно ослабить зависимость отдаленных и сельских районов от поставок топлива. При переводе на электротеплоснабжение ежегодная возможная экономия топлива по этим районам может составить 100–120 тыс. тонн или в стоимостном выражении 350–420 млн. сом ( порядка 3500 сом за 1 тонну угля ).

**Гидроэнергетический потенциал малых рек Кыргызской Республики (по областям) по данным КНТЦ «Энергия» составляет:**

Области	Потенциальная энергетическая мощность, тыс. кВт	Потенциальная энергия, млн. кВтч	Технически приемлемый к освоению потенциал, млн. кВтч
Чуйская	640	5545	500
Иссык-кульская	2005	17390	1700
Талаская	354	3104	320
Нарынская	2032	1778	1600
Ошская	2641	2320	2300
Жалал-Абадская	1728	15045	1600
<b>Всего млн. кВтч</b>	<b>9400</b>	<b>82072</b>	<b>8020</b>

Однако, реально можно выработать гораздо меньший объем электроэнергии. Так для Иссык-Кульской области технический и экономически целесообразный потенциал может быть до 100 тыс. кВт. При этом выработка электроэнергии может составить до 500 млн. кВт-час в год.

В Иссык-Кульском бассейне насчитывается более 150 ручьев и малых притоков рек. На каждом таком малом водотоке можно установить до трех микро ГЭС мощностью от 1 до 20 кВт.

Микро ГЭС мощностью 5 кВт позволит обеспечить электроэнергией отдельные, удаленные от поселков и централизованных электрических сетей, мелкие хозяйства. Электроэнергия мощностью более 10 кВт даст возможность организовать предприятие по переработке получаемой сельскохозяйственной продукции.

Энергетический потенциал микро и малых ГЭС, зависящий от величины расхода воды, должен определяться для минимального расхода в холодный период года, а также для номинального (по требуемой мощности) расхода воды теплого периода года.

Мощность микро и малых ГЭС определяется по формуле:

$$P=Q \times (H_b - H_n) \times \eta \times g, \quad (1)$$

где  $P$  – мощность, кВт;

$Q$  – расход воды через турбину, куб. м/с;

$H_b$  – геометрическая высота от верхнего до нижнего бьефа, м;

$H_n$  – гидравлические потери в напорных трубопроводах, м;

$\eta$  – коэффициент полезного действия (0,5...0,7);

$g$  – ускорение свободного падения (9,8 м/сек).

## 2. УСТРОЙСТВО МИКРО ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

### 2.1 Выбор места и схемы размещения микро ГЭС

Выбор места и схемы размещения микро ГЭС определяется природными условиями, возможностями и желаниями будущего пользователя. Фермерские, крестьянские хозяйства и отдельные туристские стоянки располагаются в горных долинах и ущельях около рек и ручьев. Место для микро

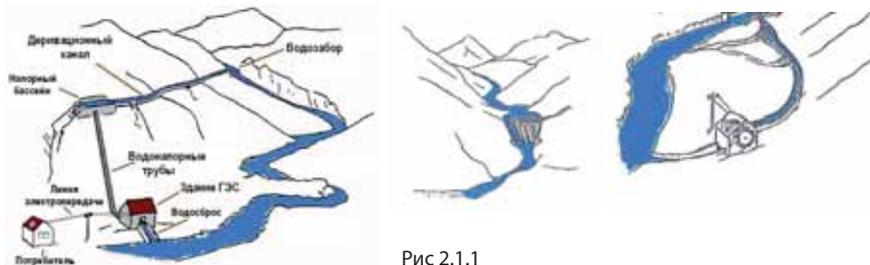


Рис 2.1.1

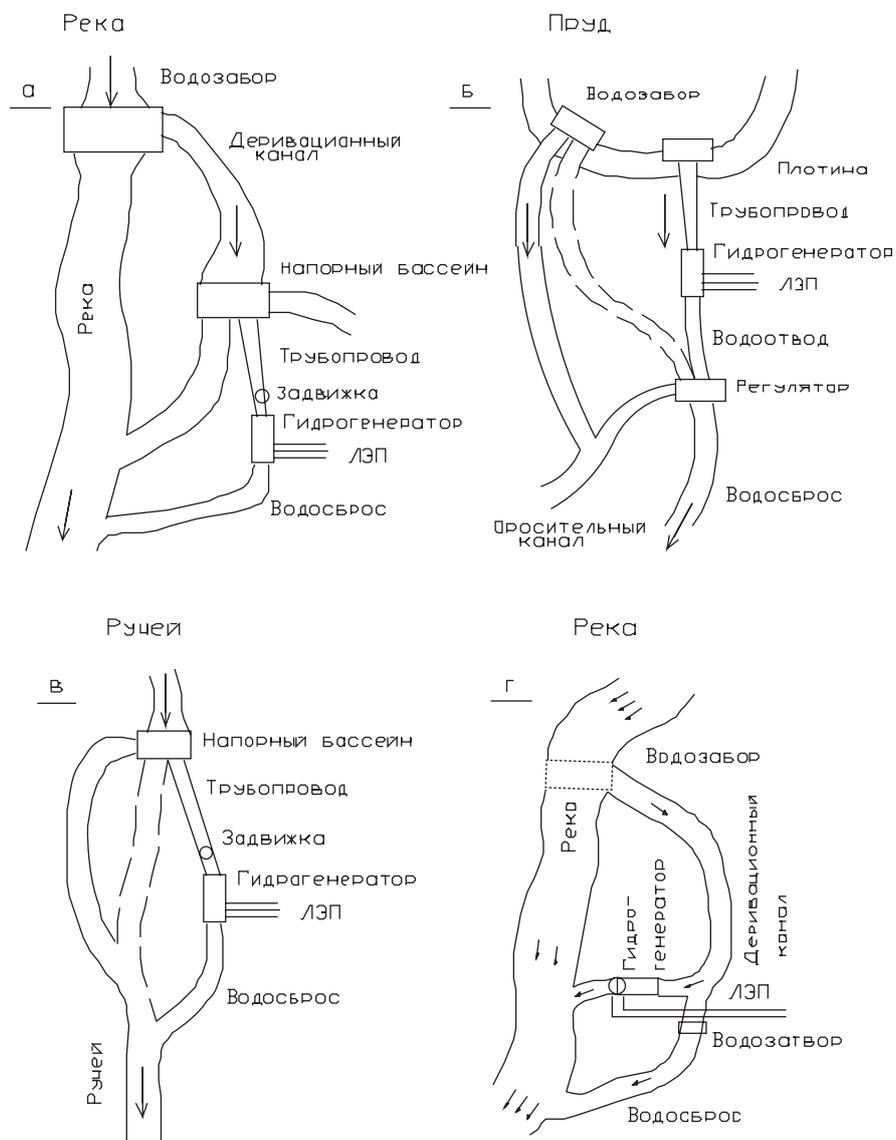


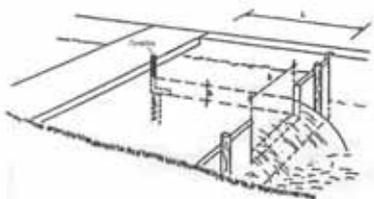
Рис 2.1.2 Типовые схемы размещения микроГЭС

а - мощностью более 3 кВт и напором от 3 м, на реке;  
 б - мощностью до 3 кВт на низкой плотине пруда;  
 в - на ручье с напорным трубопроводом, мощность - до 2 кВт;  
 г - с вертикальным валом и низким напором, мощностью до 1 кВт.

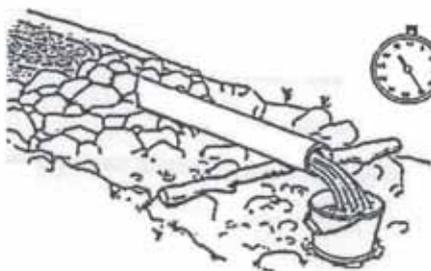
## Замеры водостока

### Прямое измерение потока

- а) Метод плотин (применяем только для малых потоков)



- б) При помощи ведра (применяем только для ручьев)



### Непрямое измерение потока

- в) Поплавковый метод

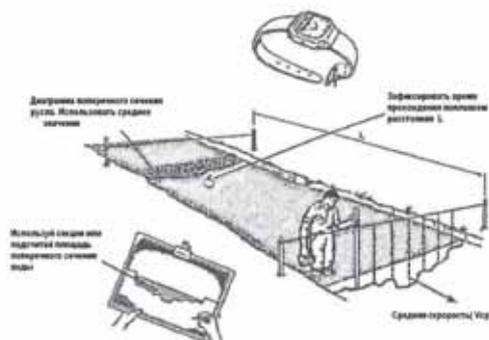


Рис. 2.2.1

ГЭС выбирают поближе к жилью (рис. 2.1.1).

Возможные, наиболее характерные типовые схемы размещения микро ГЭС на реке, пруду и ручье показаны на рис. 2.1.2.

Выбор места для микро ГЭС начинается с измерения расхода воды и определения возможного напора.

## **2.2 Методы определения расхода и напора воды**

Расход воды в горных реках и ручьях Кыргызстана наибольший наблюдается в июне... августе, а наименьший – в январе ... марте месяце. Максимальный расход обычно в 10 раз больше минимального расхода. Поэтому, измеряя расход воды в данное время, необходимо учитывать какой расход воды будет в другие времена года. Методы определения расхода воды показаны на рис. 2.2.1. Для измерения расхода воды поплавковым методом выбирают такое место, где русло длиной около 10 м наиболее ровное по глубине и ширине, и вода в нем течет спокойно.

Глубину и ширину потока определяют как среднее значение из нескольких измерений. Для определения скорости потока, в начало выбранного участка бросают бумагу или поплавок и измеряют время, за которое они проплывут

## Измерение уровней (по вертикали)

### Геометрическое нивелирование

- а) Уровень с воздушным пузырьком или деревянный уровень / трубка уровня

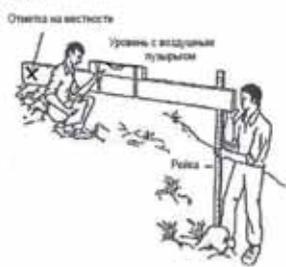


Рис. 2.2.2

10 м.  
Расход воды зависит от поперечного сечения водотока и скорости воды, в месте измерения поперечного сечения водотока, и определяется по формуле:

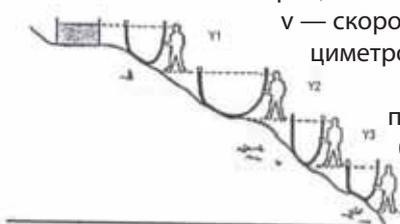
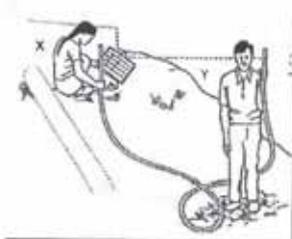
$$Q = f \times h \times b \times v, \text{ литров в секунду, (2)}$$

где: Q — расход воды, л/с;

f — коэффициент потока;

h — глубина потока, деци-

- б) Пластиковая трубка, заполненная водой



метров;

b — ширина потока, деци-

метров;

v — скорость потока, дециметров в секунду.

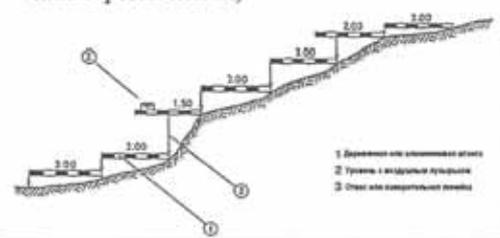
Коэффициент потока f = 0,5... 0,8.

Меньшее значение f характеризует поток с шероховатыми берегами, каменистым дном, малой глубиной и большой шириной русла.

## Продольные измерения (расстояния)

### Прямые линейные измерения расстояний

- в) Шаговый метод (добавляя нивелирные рейки или отрезки ленты)



Если принять: коэффициент потока f равным 0,6; глубину воды h — 0,4 м (4 дм); ширину потока b — 1,0 м (10 дм); скорость потока v — 0,5 м / с (5 дм в секунду), то расход воды Q будет равен :

$$Q = 0,6 * 4 * 10 * 5 = 120 \text{ л / с.}$$

Трассу будущего деривационного канала и возможный напор можно опреде-

лить с помощью обычного строительного горизонтального уровня и Вашего роста от земли до уровня Вашего глаза ( рис. 2.2.2 ).

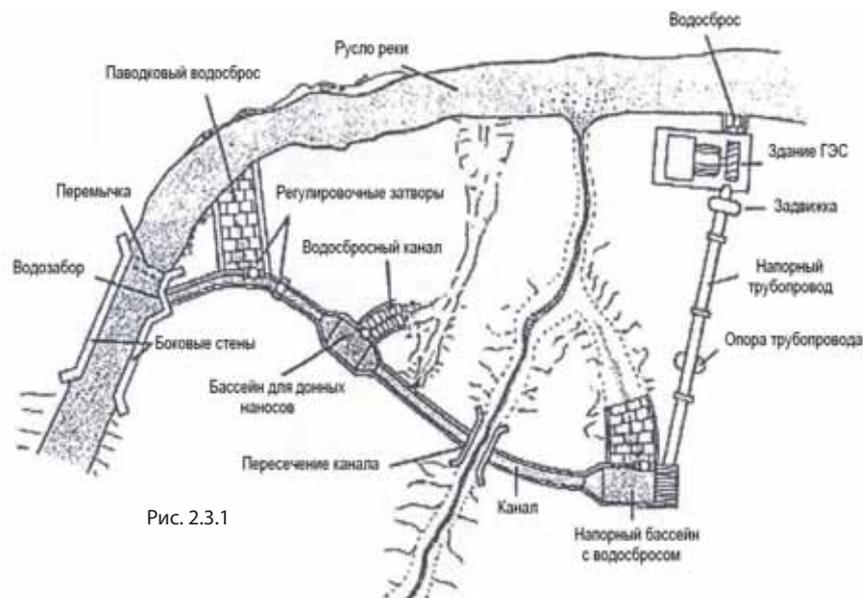


Рис. 2.3.1

### 2.3 Гидротехнические сооружения

В состав микро ГЭС мощностью более 3 кВт, располагаемой на реке, входят следующие основные гидротехнические сооружения:

водозабор; регулятор; деривационный канал; напорный бассейн; напорный трубопровод; водосброс ( рис. 2.3.1 и рис.2.3.2 ).

Водозабор ( рис. 2.3.3 ) предназначен для отвода из основного русла реки расхода воды, необходимого для работы гидрогенератора в номинальном режиме. Место для размещения водозаборного сооружения выбирается на вогнутом берегу, где циркуляционные течения, образующиеся в результате искривления русла, относят донные наносы к противоположному берегу.

Регулятор ( рис. 2.3.4 ) оборудуют решеткой и затворами так, чтобы исключить попадание в деривационный канал донных наносов, плавника, шуги и льда.

Деривационный канал ( рис. 2.3.2 ) служит для транспортировки воды от водозаборного сооружения к напорному бассейну. Канал может выполняться в земляном русле с уклоном 0,001...0,002 ( 1...2 м высоты на 1000 м длины канала) для того, чтобы канал не размывался, а в холодный период года не замерзал. Экономически целесообразная длина деривационного канала – 200...400 м.

Напорный бассейн ( рис. 2.3.5 ) служит для равномерной подачи воды в напорный трубопровод. Он выполняется из монолитного железобетона, при толщине стен до 25 мм. Стены напорного бассейна покрывают гидрои-

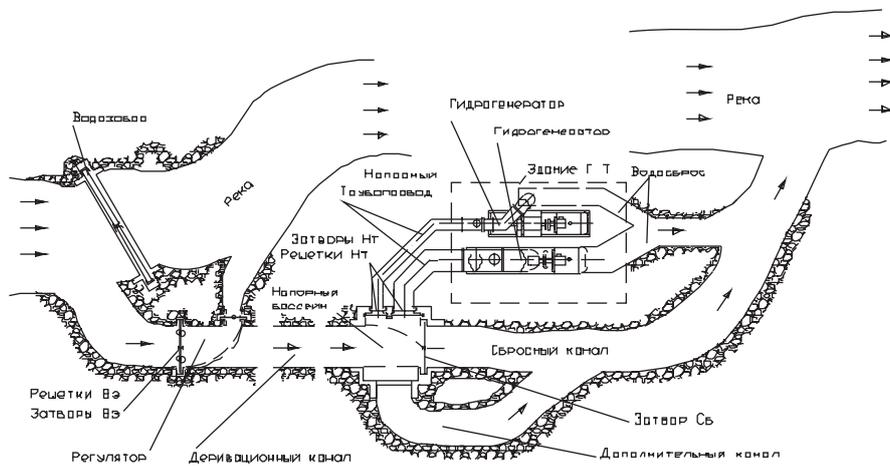


Рис. 2.3.2 Гидротехнические сооружения микроГЭС на реке

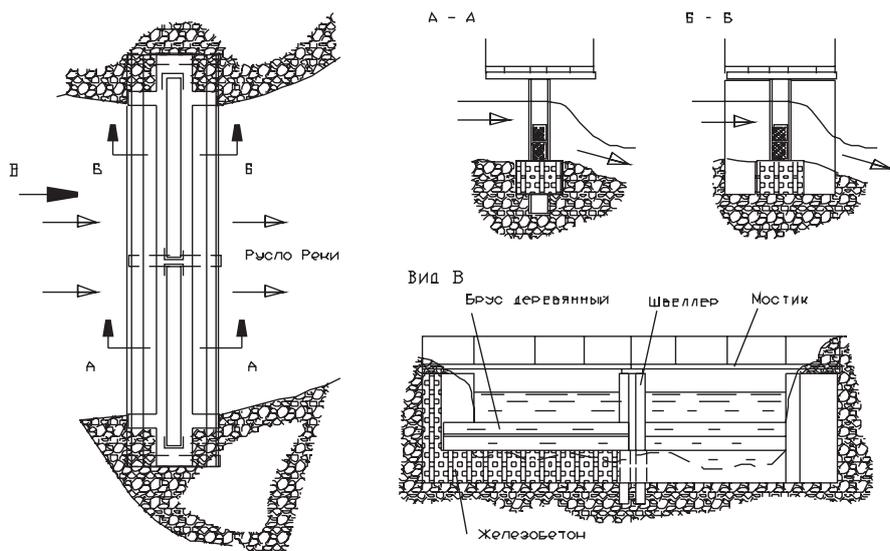


Рис. 2.3.3 Водозабор русловой Длина = 5 м, Н = 1,5 м

золирующим составом, а сверху перекрывают металлической решеткой для исключения случайного попадания в воду людей и животных. В напорном бассейне устанавливаются: решетка от плавника, затвор для регулирования подачи воды в напорный трубопровод и затвор для сброса воды и донных наносов.

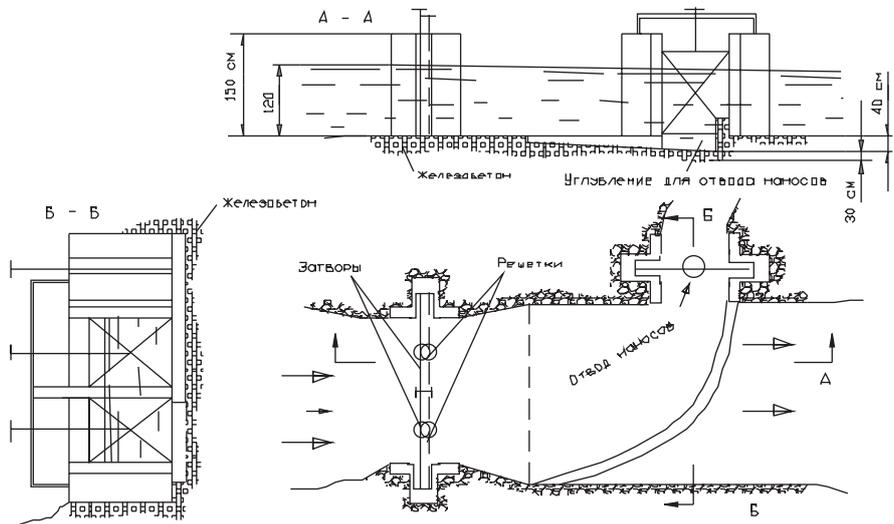


Рис. 2.3.4 Затвор — Регулятор

Площадь  $5 \text{ м}^2$   $H = 1,5 \text{ м}$

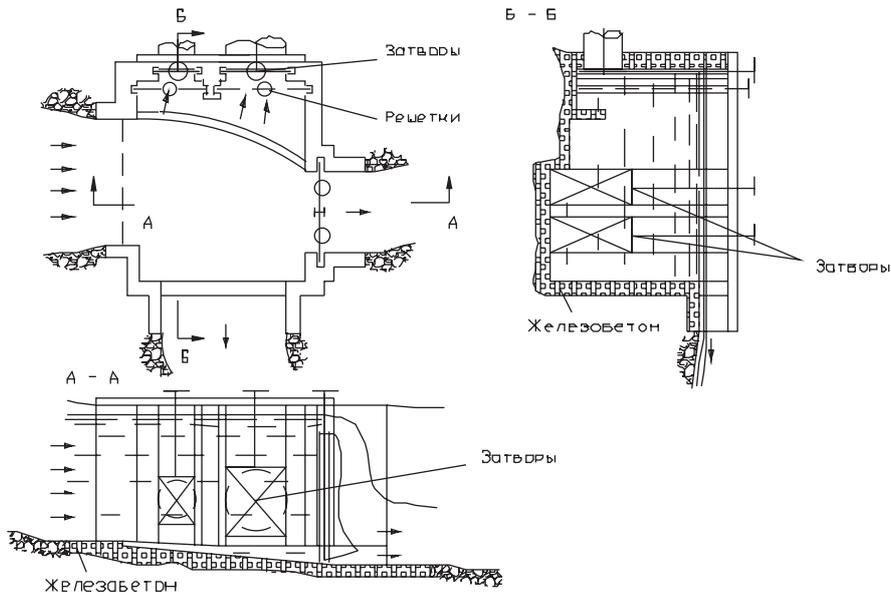


Рис. 2.3.4 Напорный бассейн

Объем  $10 \text{ м}^3$   $H = 2 \text{ м}$

Напорный трубопровод (рис. 2.3.2) служит для подачи воды от напорного бассейна к гидрогенератору. Он может быть изготовлен из металлических, пластмассовых или асбоцементных труб диаметром, соответствующим

расходу воды. Трубы можно закладывать в траншеи, укладывать на землю или располагать на анкерные железобетонные опоры.

Водосброс (рис. 2.3.2) предназначен для отвода воды от гидротурбины и сброса ее в оросительный канал или в русло реки. Водосброс выполняется в естественном грунте с таким расчетом, чтобы оголовок отсасывающей трубы был всегда затоплен. Вокруг оголовка отсасывающей трубы выполняется бетонная или каменная облицовка, для предотвращения размыва канала.

Микро ГЭС мощностью до 1 кВт, низконапорные с вертикальным валом, могут состоять из следующих гидротехнических сооружений: водозабора, регулятора, деривационного канала, лотка, отсасывающей трубы, сбросного колодца и водосброса. В этих микро ГЭС вместо напорного трубопровода применяют отсасывающую конусную трубу. Все сооружения здесь значительно проще и меньших размеров, чем у микро ГЭС больших мощностей.

## 2.4 Конструкции и способы установки гидрогенераторов

Конструкция гидрогенератора определяется условиями работы турбины и ее параметрами. Основными из них являются: требуемая мощность, расход и напор воды, колебания верхнего – в напорном бассейне и нижнего – у реки уровней воды.

Основным признаком, разделяющим конструкции гидрогенераторов, является положение вала гидротурбины – вертикальное или горизонтальное.

Гидротурбины с вертикальным валом в открытых камерах требуют меньшей глубины в этих камерах и могут применяться при малых напорах, начиная с 1,5 м. Конструкция низконапорной гидротурбины типа Каплан с вертикальным валом и синхронным генератором показана на рис. 2.4.1. Нижняя часть гидрогенератора представляет собой направляющий аппарат, в виде неподвижных лопаток, и четырех лопастную осевую

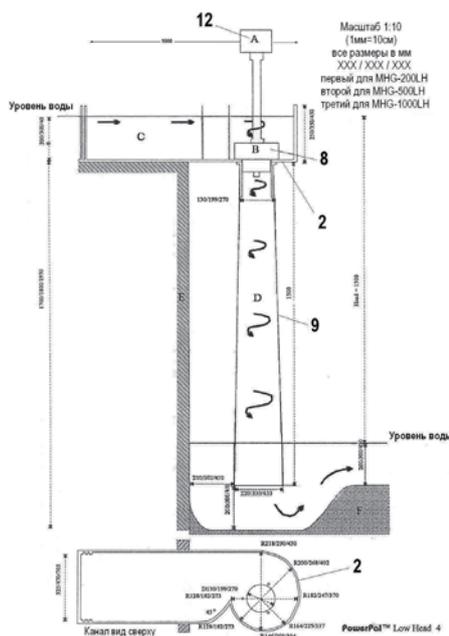


Рис. 2.4.1 Конструкция низконапорной микроГЭС типа MHG-200...1000LH

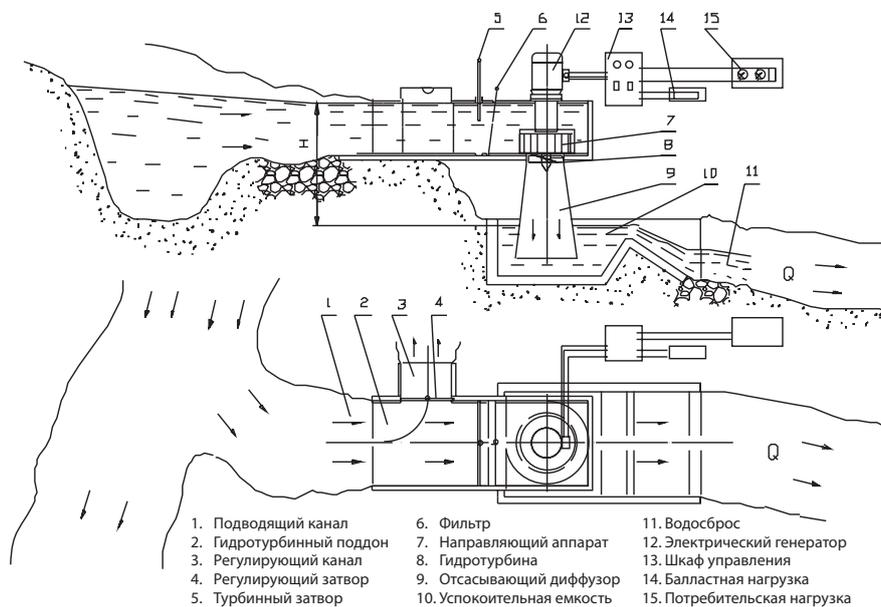


Рис. 2.4.2 МикроГЭС МНГ-1000...500ЛН с вертикальной низконапорной гидротурбиной типа Каплан

турбину 1. Вертикальный вал и труба 2 соединяют турбину с однофазным синхронным электрическим генератором 3 на постоянных магнитах. Турбина опирается на дно лотка 4, по которому поток воды поступает к турбине 1. К нижней части лотка 4 крепится герметично отсасывающая конусная труба 5, длина которой 1,5 м. Размеры лотка, гидрогенератора и диаметр отсасывающей трубы зависят от мощности гидрогенератора и расхода воды.

Способ установки гидрогенераторов мощностью до 1000 Вт с вертикальным валом показан на рис. 2.4.2. В подводящем канале 1, перед лотком 2, устраивают регулирующий затвор 4 для отвода лишней воды в регулирующий канал 3. Нижний конец конусной, отсасывающей трубы 9 должен быть затоплен водой в успокоительной емкости 10.

Генератор мощностью до 1000 Вт соединяют с потребителем и шкафом управления двужильными проводами сечением проволоки 1 кв. мм – для медной проволоки или сечением проволоки 2,5 кв. мм – для алюминиевой проволоки.

При малых расходах и напорах воды более 5 м можно применять полукорышную гидротурбину типа Турго с наклонным соплом. Конструкция такой турбины показана на рис. 2.4.3, а способ установки гидрогенерато-



Рис. 2.4.3

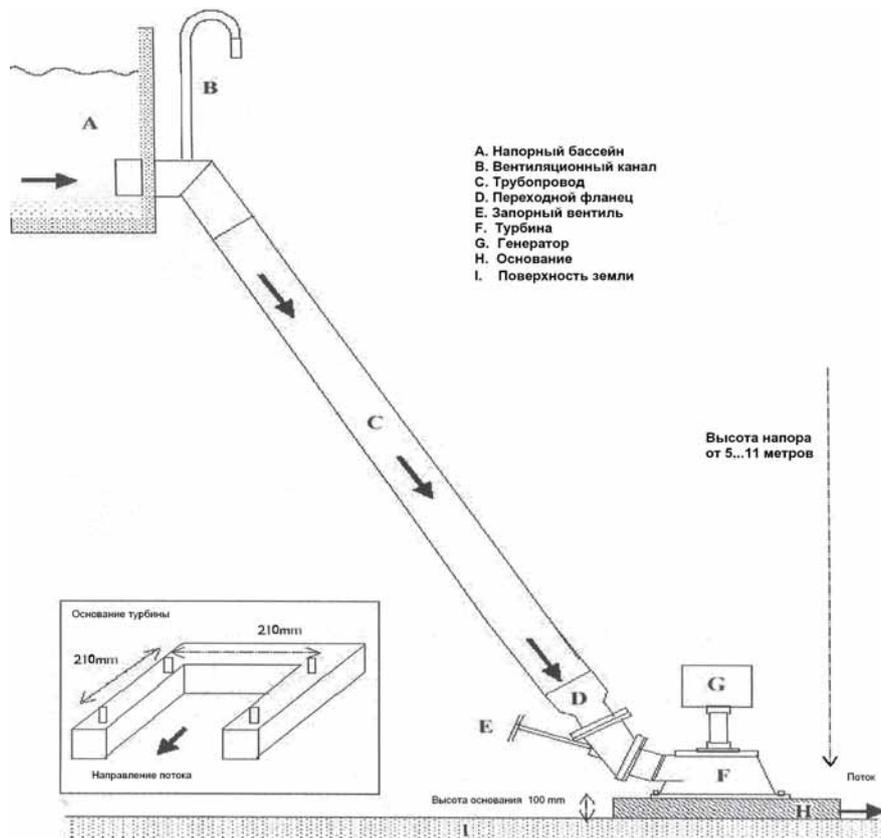


Рис. 2.4.4 Конструкция МикроГЭС МНГ–200...500НН

ра – на рис. 2.4.4. Гидрогенератор с турбиной типа Турго можно устанавливать горизонтально, но при этом потребуется дополнительно изогнутый водоотвод.

Горизонтальные гидротурбины с генератором могут применяться при напорах воды более 3 м. При горизонтальном расположении гидрогенератора вес всего агрегата не суммируется с осевым давлением. Монтаж и демонтаж горизонтальных гидрогенераторов не требует специальных инструментов и приспособлений.

Конструкция горизонтального гидрогенератора показана на рис. 2.4.5. Гидротурбина 1 состоит из сварной предтурбинной камеры 5, сварного турбинного водовода 6, в проточной части, которого установлен горизонтальный вал 7 с пропеллерной осевой турбиной 8. Передний конец вала 7 опирается на шариковый радиальный подшипник. Вал со стороны генератора опирается на ро-

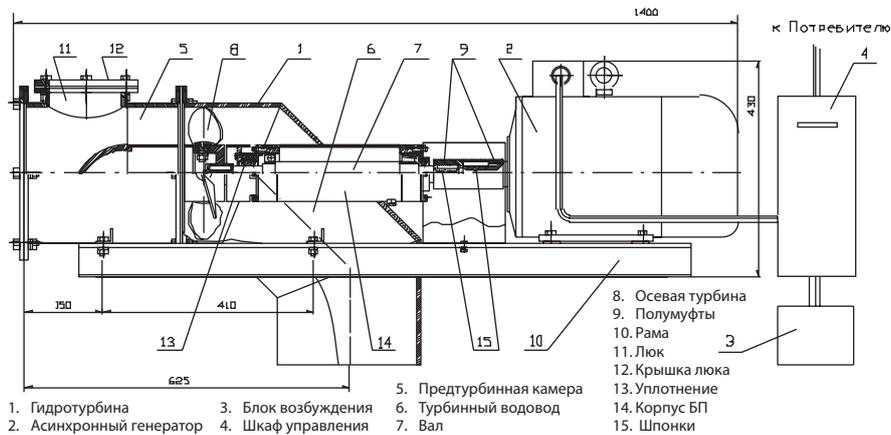


Рис. 2.4.5 Конструкция горизонтального гидрогенератора Т 25–10 с турбиной типа Каплан

ликтовый конический подшипник. Вал 7 и вал генератора 2 имеют соединение 9. Гидротурбина 1 и генератор 2 крепятся на общей раме 10. Люк 11 и крышка люка 12 позволяют проводить очистку предтурбинной камеры 5 от наносов и плавника. Уплотнения 13 предохраняют подшипники от проникновения песка и воды в корпус блока подшипникового 14, а также от вытекания масла, которое смазывает подшипники. Шпонки 15 позволяют передать вращающий момент от гидротурбины к генератору через соединение 9.

Асинхронный генератор возбуждается от конденсаторного блока возбуждения 3. Регулирование напряжения осуществляется при помощи реле напряжения. Реле напряжения, промежуточные реле, выключатели и измерительный вольтметр расположены в шкафу управления нагрузок 4. Пускатели электромагнитные расположены отдельно.

Схема электрическая соединений микро ГЭС приведена на рис. 2.4.6.

Способ установки горизонтального гидрогенератора с гидротурбиной типа Каплан показан на рис. 2.4.7.

Линии электропередач от генератора до блока возбуждения, до потребительской нагрузки и до балластной нагрузки выполняют

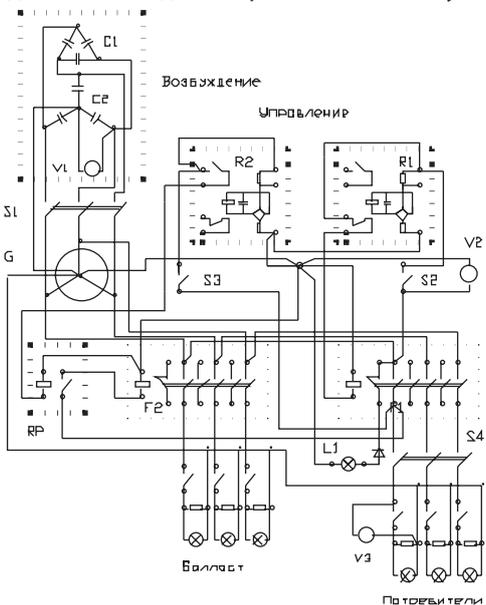


Рис. 2.4.6 Схема электрическая соединений микроГЭС

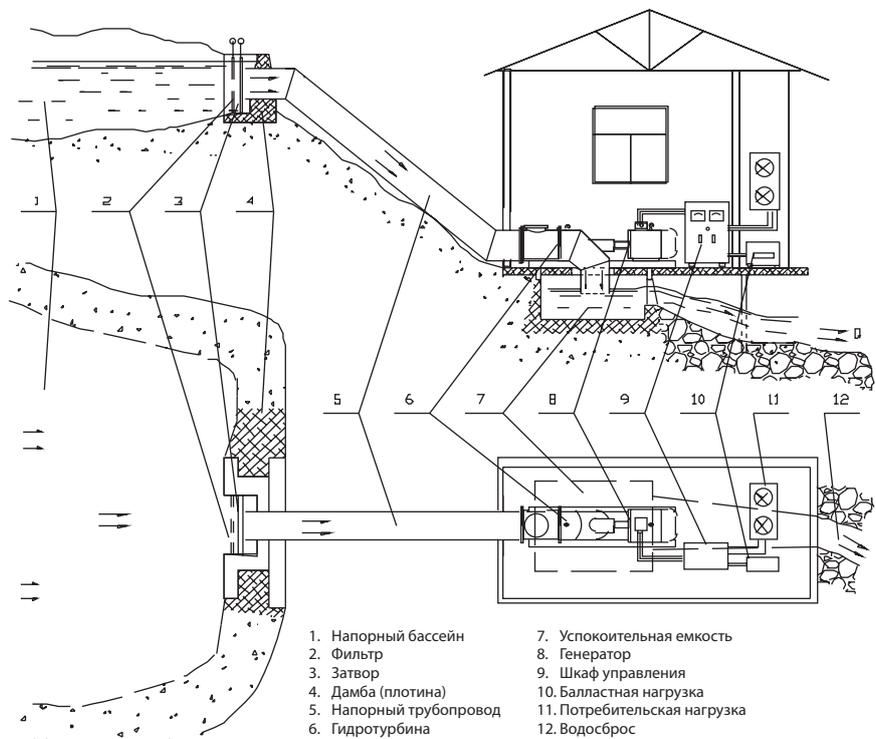


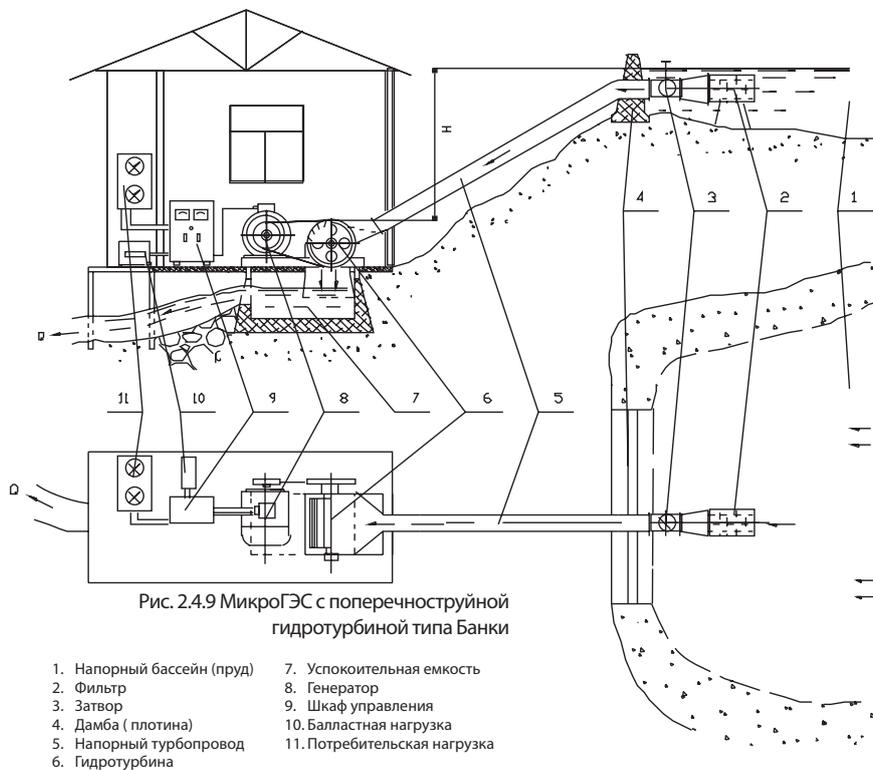
Рис. 2.4.7 МикроГЭС с горизонтальной гидротурбиной типа Каплан Т-25-10

4-жильным кабелем. Можно использовать два двухжильных изолированных провода, из которых три жилы соединяют с тремя фазами, а четвертую жилу соединяют с концами обмоток (нейтралью) генератора.

Поперечноструйная, двукратная гидротурбина типа Банки с асинхронным генератором показана на рис. 2.4.8. Турбинное колесо устроено так, что поток воды направлен поперек оси вращения турбинного колеса. Поток воды проходит через верхние межлопастные каналы, выходит внутрь колеса и падает на нижние лопатки, отдавая еще раз часть оставшейся гидроэнергии. Турбинное колесо поперечноструйного гидрогенератора типа Банки соединяется с генератором посредством клиноременной передачи. Гидрогенератор типа Банки комплектуется



Рис. 2.4.8



блоком управления балластной нагрузкой. Для возбуждения асинхронного генератора необходим конденсаторный блок возбуждения.

Типовой способ установки гидрогенератора типа Банки представлен на рис. 2.4.9.

Линия электропередачи может быть двухжильной при однофазном генераторе или 4-жильной при трехфазном генераторе.

---

### 3. ЭКСПЛУАТАЦИЯ МИКРОГЭС НА ПРИМЕРЕ ГИДРОГЕНЕРАТОРА Т 25–10

---

#### 3.1 Работа и обслуживание

Гидрогенератор Т 25–10 (ГТ) может представлять опасность для человека и животных при нарушении электрической изоляции токоведущих частей асинхронного генератора, шкафа возбуждения и шкафа нагрузок.

#### Назначение, описание и работа гидрогенератора

ГТ предназначен для автономного электроснабжения фермерских хозяйств, молочных ферм, стригальных пунктов, кошар, лесных кордонов, гидрометеостанций, пограничных застав, дачных участков, пасек и других малых объектов.

Мощность гидрогенератора — до 10 кВт.

Технические характеристики

Расход воды, м куб. в сек — 0,2...0,3

Напор воды, м — 6...10

Число фаз — 3

Напряжение, В — 400 (между фазами)  
230 (фаза–нейтраль)

Частота тока, Гц — 45...55

Частота вращения, об/мин — 750 или 1000

Масса гидрогенератора, кг — 250

Масса шкафа В (возбуждения), кг — 7

Масса шкафа Н (нагрузок), кг — 5

Габаритные размеры гидрогенератора, мм — 1400×370×430

Габаритные размеры шкафа В и Н, мм — 300×200×400

Основные составные части ГТ: гидрогенератор, шкаф возбуждения, шкаф нагрузок.

ГТ представляет собой автономный агрегат. Конструктивное исполнение ГТ позволяет легко проводить его монтаж, демонтаж и не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала в процессе эксплуатации.

Для установки ГТ могут быть использованы малые водотоки с напором от 6 до 10 м при расходе воды не менее 0,2 м куб в сек (200 л/с).

Напор воды создается путем устройства водозаборного устройства в русле реки, строительства деривационного канала, напорного бассейна и водоподводящего напорного трубопровода (см. рис. 2.3.2...рис 2.3.5).

#### Основной принцип работы ГТ состоит в следующем

Выработка электроэнергии осуществляется путем превращения энергии потока воды в механическую энергию вращения турбины и ротора генератора, с превращением ее в асинхронном генераторе в электрическую энергию.

Полуавтоматическая стабилизация величины вырабатываемого напряжения электрического тока осуществляется с помощью шкафа управления нагрузок.

#### **Средства измерения, инструмент и принадлежности**

Измерение напора воды перед турбиной осуществляется манометром типа МТП – 100, класса точности 2,5.

Регулирование расхода воды осуществляется затвором Нт и затвором Сб, установленными в напорном бассейне ( рис. 2. 3. 2 ).

Работы по техническому обслуживанию выполняются стандартным инструментом.

#### **Маркировка и пломбирование**

Маркировка нанесена на таблички , закрепленные на шкафах возбуждения 3 и нагрузок 4, и на генераторе 2. Пломбирование ГТ не требуется.

#### **Упаковка**

ГТ поставляется потребителю в пределах Кыргызской Республики без упаковки.

#### **Эксплуатационные ограничения**

ГТ может эксплуатироваться при расходе воды не менее 200 л/с и при напоре воды не менее 6 м.

Уровень воды над трубой у водозабора при открытой заслонке должен быть не менее 300 мм. В случае образования воронки над трубой у водозабора необходимо поднять уровень воды до исчезновения воронки.

Общая мощность потребителей электроэнергии не должна превышать 10 кВт.

### **ПОДГОТОВКА И ЗАПУСК МИКРО ГЭС НА ХОЛОСТОМ ХОДУ**

#### **Подготовка ГТ к запуску**

Проверить комплектность ГТ и убедиться в отсутствии механических повреждений.

Примерная схема размещения микро ГЭС и установки ГТ показана на рис. 2.3.2 и рис. 2.4.7.

Проверить наличие защиты от попадания наносов и плавника.

ГТ может эксплуатироваться при расходе воды не менее 200 л/с и при напоре воды не менее 6 м.

Уровень воды над трубой у водозабора при открытой заслонке должен быть не менее 300 мм. В случае образования воронки над трубой у водозабора необходимо поднять уровень воды до исчезновения воронки.

Общая мощность потребителей электроэнергии не должна превышать 10 кВт.

## **ПОДГОТОВКА И ЗАПУСК МИКРО ГЭС НА ХОЛОСТОМ ХОДУ**

### **Запуск ГТ на холостом ходу**

В напорном бассейне закрыть затвор Нт ( напорного трубопровода ) и открыть затвор Ск ( сбросного канала ).

У водозабора открыть затвор Вз (водозабора ).

Промыть деривационный канал и напорный бассейн от наносов и плавника.

Закрыть затвор Ск в напорном бассейне для проверки пропускной способности дополнительного канала при наибольшем расходе воды в деривационном канале.

Затвор Нт открыть на 1 / 3 диаметра напорного трубопровода.

Проверить плавность вращения валов гидротурбины и генератора при поступлении воды.

Постепенно открыть затвор Нт до верхней кромки напорного трубопровода.

Проверить герметичность всех фланцевых соединений и убедиться в исправном вращении ГТ при постепенном увеличении расхода воды на гидротурбину от нуля до максимума.

### **Остановка ГТ после холостого хода**

Открыть сбросный затвор Ск в напорном бассейне.

Закрыть напорный затвор Нт в напорном бассейне.

Закрыть затвор Вз водозабора.

### **Запуск микро ГЭС в работу и остановка**

Проверить плавность вращения валов гидротурбины и генератора от руки.

Закрыть затвор Нт в напорном бассейне.

Открыть затвор Ск в напорном бассейне.

Открыть затвор Вз водозабора.

Промыть деривационный канал и напорный бассейн при наибольшем расходе.

Открыть затвор Нт в напорном бассейне на 1 / 3 диаметра напорного трубопровода.

Проверить плавность вращения валов гидротурбины и генератора при подаче воды на гидротурбину.

Выключатели S2, S3 в шкафу нагрузок 4 и выключатель потребителей S4 отключить ( рис. 2.4.6 ).

Включить конденсаторный блок возбуждения выключателем S 1 в шкафу возбуждения 3.

Затвор Нт в напорном бассейне постепенно открыть.

Проверить напряжение на вольтметре V 1 блока возбуждения 3.

Затвор Ск в напорном бассейне постепенно прикрывать и при напряжении 210...220 В на вольтметрах V 1 и V2 включить выключатели S2 и S3 шкафа нагрузок 4.

Продолжить закрытие затвора Ск в напорном бассейне до включения балласта при напряжении 220...230 В.

Выключатель потребителей S4 включить.

Затвор Ск в напорном бассейне постепенно прикрыть, чтобы обеспечить у потребителей напряжение 200...220 В по показаниям вольтметров V1, V2, V3.

Затвор Вз водозабора установить так, чтобы под затвором Ск обеспечить удаление наносов на дне напорного бассейна, а также удаление из напорного бассейна плавника через верх затвора Ск сбросного канала и через дополнительный канал.

Положение затвора Вз водозабора и затворов Ск и Нт в напорном бассейне зафиксировать при обеспечении у потребителей напряжения 200...220 В по показаниям вольтметров V1, V2, V3.

#### **Остановка ГТ плановая**

Затвор Ск в напорном бассейне открыть.

При снижении напряжения до 170 В отключить потребителей выключателем S4.

Затвор Нт в напорном бассейне закрыть.

Выключатель S1 шкафа возбуждения и выключатели S2, S3 шкафа нагрузок выключить.

Затвор Вз водозабора при длительной остановке ГТ закрыть.

#### **Остановка ГТ аварийная**

Отключить потребителей выключателем S4 « Потребители ».

Затвор Ск в напорном бассейне открыть.

Затвор Нт в напорном бассейне закрыть.

Выключатели S2, S3 в шкафу нагрузок 4 отключить.

Контроль работоспособности ГТ осуществляют визуально с помощью электроизмерительных приборов (амперметр, вольтметр, частотомер), регулируя затворами в напорном бассейне подачу воды на гидротурбину.

### **ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ**

#### **Отсутствие напряжения на выходе шкафа нагрузок**

Причина — обрыв в цепи соединений генератора или шкафов.

Способ устранения — проверить все соединения и устранить обрыв.

Причина — недостаточная частота вращения генератора.

Способ устранения — установить требуемую частоту вращения, увеличивая подачу воды или напор, или уменьшая мощность потребителей.

#### **Не светятся сигнальные лампы**

Причина — обрыв проводов между блоком возбуждения, шкафом управления и генератором, способ устранения — соединить провода.

### **Снижение мощности**

Причина — недостаточная подача воды к турбине, способ устранения — провести чистку в напорном трубопроводе и в камере направляющего аппарата. Увеличить подачу воды к турбине.

### **Биение лопастей турбины о стенку камеры**

Причина — износ подшипников, способ устранения — заменить подшипники.

Причина — деформация турбины, способ устранения — выправить лопасти или заменить турбину.

Вытекание воды и масла из трубок от уплотнений блока подшипникового с частотой до 10 капель в минуту допустимо.

Выключение ГТ выполняют после уменьшения расхода воды, снижения потребляемой мощности и напряжения на  $\frac{2}{3}$  номинальных значений .

### **Действия в экстремальных условиях**

При пожаре на ГТ , экстренной эвакуации обслуживающего персонала, отказах составных частей и при других аварийных условиях эксплуатации необходимо отключить нагрузку выключателем шкафа нагрузок и перекрыть подачу воды к гидротурбине.

### **Меры безопасности.**

Профилактические и ремонтные работы ГТ проводить только при снятии напряжения со всех токоведущих частей.

Все металлические части стационарного ГТ , доступные для прикосновения человеку, который может попасть под напряжение, должны быть заземлены.

Нейтраль генератора ГТ должна быть глухо заземлена на корпус , а рама ГТ надежно соединена с общим контуром заземления установки.

Сопrotивление заземляющего устройства не должно превышать нормируемого значения в зависимости от удельного сопротивления грунта.

### **Порядок технического обслуживания**

Профилактический осмотр сборочных единиц и деталей ГТ производить периодически, но не реже трех раз в месяц.

Осмотру подвергаются соединения труб водовода, надежность соединений заземления, отсутствие нарушения в изоляции проводов, отсутствие размыва почвы на выходе из трубопровода.

Очистку водоприемника и камеры направляющего аппарата от мусора, устранение течи воды через уплотнения вала проводить по мере надобности.

Подшипники асинхронного генератора промывать в масле и смазывать консистентной смазкой не реже двух раз в год.

Уровень масла в корпусе блока подшипникового 14 ( рис. 2.4.5 ) должен быть не менее  $\frac{1}{3}$  и не более  $\frac{2}{3}$  диаметра корпуса блока подшипникового. Масло в корпусе блока подшипникового менять по мере надобности, но не реже двух раз в год.

Исправность оборудования шкафа нагрузок и конденсаторов блока возбуждения проверять не реже одного раза в месяц.

Контрольно – профилактические работы для шкафа нагрузок и блока возбуждения проводить не реже одного раза в год. В объем работ входит: визуальная проверка монтажа, паек, контактных соединений; замена поврежденных элементов и деталей; удаление пыли; осмотр состояния защитных покрытий.

Капитальный ремонт производить через 12000 часов наработки. В объеме капитального ремонта входит : проведение всех предусмотренных текущим обслуживанием работ ; ремонт, при котором поврежденные детали должны быть отремонтированы или заменены ; настройка блока возбуждения, шкафа управления и сборочных единиц, в которых проведена замена поврежденных элементов и деталей.

#### **Проверка работоспособности**

Работоспособность ГТ проверяет потребитель посредством наблюдения за напряжением на каждой фазе. Напряжение должно быть в пределах 180...230 Вольт.

*Консервация.* Неокрашенные металлические поверхности фланцев покрыть смазкой ЦИАТИМ–201 ГОСТ 6267–76. Срок действия консервации — 12 месяцев. После 12 месяцев проводят переконсервацию.

ГТ хранится в закрытых, не отапливаемых помещениях при температуре от минус 50 до плюс 50 градусов Цельсия.

Хранение вместе с химикатами не допускается.

ГТ может транспортироваться всеми видами транспорта. Размеры и масса гидрогенератора, блока возбуждения и шкафа управления показаны на рис. 2.4.5 и в разделе технические характеристики.

Климатические условия при транспортировании ГТ такие , как и при его хранении.

ГТ в транспортном средстве должны устанавливаться своей осевой линией по направлению движения.

Гарантийная наработка ГТ устанавливается 6000 часов со дня

ввода ГТ в эксплуатацию, но не более 12 месяцев с момента поступления потребителю при условии соблюдения потребителем требований к монтажу и эксплуатации.

Гарантийный срок покупных изделий — по действующей нормативной документации на покупные изделия.

### **3.2 Техника безопасности при эксплуатации микро ГЭС**

Токоведущие части генератора, блока возбуждения и шкафа управления, при нарушении электрической изоляции могут представить опасность для человека и животных.

Лица, не достигшие 18-летнего возраста, не могут быть допущены к работе в электроустановках.

Персонал, обслуживающий микро ГЭС и линии электропередач, должен пройти специальную подготовку и иметь квалификационную группу не ниже 3 по технике безопасности согласно «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

Опасность поражения электрическим током зависит от параметров электроэнергии и условий эксплуатации микро ГЭС. На сопротивление изоляции, а также на электрическое сопротивление тела человека существенно влияют условия среды. Поэтому к помещениям, в которых работают гидрогенераторы, предъявляются особые требования по влажности и температуре. Открытые или наружные гидрогенераторы приравниваются к электроустановкам работающим в особо опасных помещениях.

Электробезопасная работа стационарного гидрогенератора может быть обеспечена при режимах, когда глухозаземленная нейтраль присоединена непосредственно к заземляющему устройству. Передвижные электроустановки эксплуатируют в режиме с изолированной нейтралью, с выполнением повышенных требований электробезопасности к защитной электроизоляции. В режиме изолированной нейтрали, нейтраль не присоединяют к заземляющему устройству или присоединяют к аппаратам, имеющим большое сопротивление.

Выходное напряжение генератора зависит от нагрузки потребителя. Если потребительская нагрузка малая или она отключена, то выходное напряжение может повыситься до 300 В. Для поддержания напряжения генератора в пределах 200...220 В применяют электронный или релейный регулятор напряжения.

При напряжении более 220 В, регулятор напряжения направляет, не использованную потребителями, часть электроэнергии на балластную нагрузку.

Напорный бассейн и место где расположен гидрогенератор необходимо защитить ограждением от проникновения животных и посторонних людей.

---

## **4. Экономические и нормативные аспекты использования микро ГЭС**

---

### **4.1 Эффективность применения микро ГЭС**

Микро ГЭС – надежные, компактные, экологически чистые, относительно недорогие источники электрической энергии. При правильном планировании и проектировании, микро ГЭС имеют ряд преимуществ по сравнению с традиционными источниками электроэнергии:

После установки микро ГЭС энергия вырабатывается практически бесплатно.

Микро ГЭС может быть установлена и запущена в короткие сроки.

Как и другие возобновляемые источники энергии, работа микро ГЭС не зависит от цен на нефть, уголь и другое топливо.

Микро ГЭС, обычно, оказывает минимальное негативное воздействие на окружающую среду и не вызывает таких социальных проблем, как большая энергетика. Прежде всего, это гораздо меньшие площади затопления и подтоплений, плотины микро ГЭС в значительно меньшей степени, чем другие виды энергообъектов нарушают нормальную естественную среду обитания человека и животного мира, особенно если они располагаются на горных реках с устойчивыми к размыву и подтоплению валунно-галечниковыми руслами и каменистыми склонами долин.

Микро ГЭС не требует продолжительного строительства дорогостоящих линий электропередачи.

На сегодняшний день средняя стоимость 1кВт мощности микро ГЭС, включая строительные работы, составляет в среднем от 1000 до 1500 долларов США. Стоимость оборудования 1кВт мощности микро ГЭС в среднем составляет 800 долларов США. Стоимость электроэнергии выработанной на микро ГЭС выше, чем на обычных больших ГЭС и может достигать 0,1 доллара США за кВтч. Однако, как правило, микро ГЭС используются в тех местах, где отсутствует централизованное электроснабжение. И выработка электроэнергии в таких регионах является одним из основных условий развития местного сообщества, повышения качества жизни и борьбы с бедностью населения.

В тех случаях, когда микро ГЭС имеют излишнюю мощность и способны генерировать и продавать электроэнергию в общую Национальную электрическую сеть, необходимо получить лицензии на право ведения данных видов коммерческой деятельности.

При использовании электроэнергии выработанной на микро ГЭС на нужды освещения, необходимо использовать энергосберегающие лампы, которые имеют большую яркость свечения, а потребляют энергии в 2..3 раза меньше чем обычные лампы накаливания.

#### **4.2 Нормативно-правовая база для использования микро ГЭС**

Основные законодательные акты, регулирующие использование микро ГЭС в Кыргызской Республике являются законы КР «Об электроэнергетике», «Об энергосбережении», Закон КР «О лицензировании».

*Закон КР «Об электроэнергетике»* (от 28 января 1997 года N 8) предусматривает регулирование деятельности всех юридических лиц независимо от форм собственности, а также физических лиц, которые производят, передают, распределяют, продают и потребляют электрическую и тепловую энергию.

В ст. 5. данного Закона говорится – «Все негосударственные, частные юридические и физические лица не имеют права заниматься производством, передачей, распределением или продажей электрической и тепловой энергии без лицензии, выдаваемой уполномоченным государственным органом Кыргызской Республики по энергетике, за исключением тех лиц, на которых распространяется действие статьи 12 настоящего Закона. Формы и сроки лицензий, а также порядок и условия их выдачи электроэнергетическим предприятиям определяются в соответствии с положениями Закона Кыргызской Республики “О лицензировании”». Лицензии выдаются уполномоченным органом, в настоящее время это Государственный Департамент по Регулированию Топливо–энергетического комплекса при Министерстве промышленности, энергетики и топливных ресурсов КР. Стоимость лицензии составляет 300 сом за каждый вид деятельности.

**Однако ст. 12. данного Закона гласит – «Юридическим и физическим лицам, желающим производить электроэнергию для собственного пользования, не требуется лицензия на производство. При мощности более 1000 кВт они должны получить в Государственном Департаменте по Регулированию Топливо–энергетического комплекса и местных государственных органов разрешение в соответствии с законодательством Кыргызской Республики. Юридическим и физическим лицам, производящим электроэнергию для собственных нужд, запрещено осуществлять подключение к национальной энергетической сети, а также продажу электроэнергии третьим лицам без соответствующего разрешения».**

*Закон КР «Об энергосбережении» (от 7 июля 1998 года N 88)* предусматривает использование возобновляемых источников энергии. В частности ст. 24. Закона говорит –«Производители электрической и тепловой энергии, не входящие в энергоснабжающие организации, имеют право на отпуск энергии в сети этих организаций в количествах и режимах, обеспечивающих наиболее рациональный режим работы сетей и источников централизованного энергоснабжения, согласованных с энергоснабжающими организациями. Энергоснабжающие организации обязаны обеспечить прием энергии от указанных производителей в свои сети по ценам, формируемым в установленном порядке. Для энергетических установок, которые используют возобновляемые источники энергии, производят утилизацию вторичных ресурсов и отходов, сооружаемых в соответствии с проектами и программами в области рационального использования энергии, цены на электрическую и тепловую энергию должны обеспечить ускоренную окупаемость капитальных вложений в строительство этих установок в сроки, согласованные с Правительством Кыргызской Республики».

*Закон КР «О лицензировании»(от 3 марта 1997 года N12)* устанавливает порядок получения и виды деятельности подлежащие лицензированию.

В частности деятельность по производству, продаже и передаче электроэнергии, а также строительству малых ГЭС, станций и подстанций подлежит обязательному лицензированию за исключением случаев, когда выработанная энергия потребляется для своих нужд.

В настоящее время разрабатывается специальный закон « О возобновляемых источниках энергии», который направлен на поддержку и развитие использования малых и микро ГЭС, также других видов возобновляемой энергии.

**Контактные адреса:** Государственный Департамент по Регулированию Топливо–энергетического комплекса при Министерстве промышленности, энергетики и топливных ресурсов КР., г. Бишкек, ул. Ахунбаева –119, 4 этаж, тел. (312) 562897, 562891.

---

## 5. Дополнительная информация

---

### 5.1 Программы поддержки использования микро ГЭС

В целях развития использования микро ГЭС и других Возобновляемых источников энергии, Программа Развития ООН совместно с Глобальным Экологическим Фондом оказывает помощь местным сообществам и НПО, выделяя Малые гранты поддержки подобных проектов .

**Контактные адреса:** Программа Малых Грантов Глобального Экологического Фонда (ПМГ/ГЭФ) ПРООН , г.Бишкек , ул. Киевская – 96 б, 4 этаж, правый корпус, тел. (312) 623695, 625704. E–mail: geflife@elcat.kg , sgproffice@elcat.kg . Веб–сайт: <http://gef.undp.kg>

Общественная организация ОО «Активист Иссык–Куля» выделяет льготную техническую поддержку конечным пользователям (фермеры, предприниматели) из Бюджета Револьверного Фонда для приобретения микро ГЭС.

**Контактные адреса:** НПО ОО «Активист Иссык–Куля», г. Каракол, ул. Гебзе,110 а ,тел. (03922) 55111. E–mail: NPO–AIK@mail.ru

Совместное Кыргызско–Норвежское ОсОО «Демонстрационная зона энерго и водоэффективности» выделяет льготную техническую поддержку конечным пользователям(фермеры, предприниматели) из Бюджета Револьверного Фонда для приобретения микро ГЭС.

**Контактные адреса:** ОсОО «Демонстрационная зона энерго и водоэффективности» , г.Бишкек , ул. Ахунбаева –119, 3 этаж, к.318, тел. (312) 510584, 510371. E–mail: onurdin@mail.ru

## 5.2 Перечень изготовителей оборудования микро ГЭС

Микро ГЭС испытанные в рамках проекта		
Предприятие	Контактные адреса	Мощность производимых микро ГЭС
ЗАО «Инкрафт»	г. Бишкек ул. Медерова 42 к.404 тел./факс ( +996 312) 547332 E-mail: <a href="mailto:tasan2004@mail.ru">tasan2004@mail.ru</a>	1,0–30кВт
ОсОО «Гидропоника»	г. Бишкек ул. Суворова 127, ул.Элебаева 7, тел./факс ( +996 312) 552398 E-mail: <a href="mailto:asanm@mail.ru">asanm@mail.ru</a>	1,0–10кВт
Asian Phoenix Resources Ltd	2–416, Dallas Road Victoria B.C. V8V 1A9 Canada тел.(1–250)–361–4348, факс (1–250) 360–250–9012 E-mail: <a href="mailto:info@powerpal.com">info@powerpal.com</a> Веб-сайт: <a href="http://www.powerpal.com">www.powerpal.com</a>	0,2 –20кВт

Изготовлено в типографии ОсОО "М Maxima"  
Кыргызская Республика, 720000, г. Бишкек, ул. Логвиненко, 27  
Тел.: +/996 612/900 435, 902 907. Факс: +/996 612/ 900 407  
E-mail: m\_maxima@infotel.kg



Подписано в печать 18 декабря 2007 г.  
Тираж: 500; Заказ №1175

**Проект ПРООН  
«Продвижение Микро ГЭС  
для устойчивого развития  
горных сообществ Кыргызстана»**

---

720000, г. Бишкек, ул. Киевская 96-Б, правое крыло, 4 этаж  
тел./факс: (312) 623669; e-mail: [office@mhp.elcat.kg](mailto:office@mhp.elcat.kg); [www.caresd.net](http://www.caresd.net); [www.undp.kg](http://www.undp.kg)

