

**Кусков А.И.**

ГНУ ВНИИ электрификации сельского хозяйства (ГНУ ВИЭСХ) г. Москва, Россия

**1. Анализ средств и методов преобразования кинетической энергии водного потока в реке и канале**

Любая река или канал несет энергию текущей воды. Этим пользовались с древних времен при строительстве гидравлических водоподъемников, водяных мельниц, а позднее - гидроэлектростанций. Энергия текущей воды в реке возобновляемая.

Издавна существовали гидравлические водоподъемники, использующие энергию течения воды в канале для вращения колеса большого диаметра с лопатками и черпаками на диаметре колеса, погруженными в поток, которые наполнялись водой, когда находились внизу, в потоке воды и опорожнялись в верхний водовод, когда поднимались в верхнее положение при вращении колеса. Так вода поднималась на высоту, равную диаметру водоподъемного колеса. Такие водоподъемники в Центральной Азии назывались чигирь или нория [1]. Для работы такого водоподъемника создавали искусственные водотоки. Например, в Испании провинции разделялись на оросительные участки, для которых необходимое количество воды обеспечивалось заграждением горных ручьёв и речек в летнее время. Для этого строились большие плотины. Из образованных таким образом водохранилищ вода проводилась магистральными каналами, а от них ответвлялись в боковые каналы, из которых вода для орошения отдельных участков вычерпывалась нориями [2]. В некоторых местностях Испании эти устройства сохранились до настоящего времени.

Сейчас воду в оросительные каналы подают насосами с электроприводом или дизельным приводом, т.е. расходуя электроэнергию или топливо. Предлагается ресурсосберегающая технология с новым гидравлическим водоподъемником для орошения, использующим возобновляемую гидроэнергию. Преобразовывать энергию текущей воды (течений в реках) можно с высокой эффективностью путем использования водного потока для вращения турбонасосов, устанавливаемых в скоростном потоке и подающих воду на берег для орошения, без использования электроэнергии или бензонасосов.

Для вращения турбонасосов на быстрых горных реках можно использовать естественный скоростной водный поток, а на равнинных реках – скоростной поток, создаваемый путем искусственного сужения русла реки, без строительства плотины. Природа в некоторых местах сделала это сама (проходы рек между скал, в твердых породах, пороги, водопады), но люди пока не воспользовались этим должным образом.

В системах орошения и водоснабжения предлагается таким образом обходиться без применения плотин с затопляемыми участками плодородной земли, электроэнергии и органического топлива. Причем делать это, не нанося ущерба окружающей среде. Свободно-поточный турбонасосный агрегат, установленный в русле реки, забирает воду из реки и создает давление в напорном трубопроводе, идущем от турбонасоса. Вода под давлением подаётся на берег в системы водоснабжения и орошения. Это – современный вариант использования скоростного потока воды для её подъема на необходимую высоту. Наука и техника

достигли такого уровня, что теперь это стало возможным (самые эффективные насосы и турбины, композитные материалы, работающие в водной среде с большим ресурсом, не требующие смазки детали агрегата из композитов и др.).

Воду с достаточным давлением, кроме того, можно использовать для наполнения водохранилища-накопителя. В качестве водохранилища может быть использован плавательный бассейн, или небольшой котлован, или 2-3 емкости по 100 м<sup>3</sup>, или водонапорная башня. Воду из водохранилища-накопителя **в периоды, не требующие орошения**, например, осенью, зимой можно также использовать в небольшой гидроаккумулирующей **электростанции**. При отсутствии электрической нагрузки микро-ГАЭС и расхода воды на орошение излишки воды из водохранилища-накопителя будут возвращаться в реку или канал.

Главным условием работы турбонасосного агрегата является наличие небольшой реки или канала с высокой скоростью водного потока, он может применяться в отдаленных местностях, где отсутствуют ЛЭП централизованного энергоснабжения. Например, в горных и предгорных территориях Алтайского края имеется около трех тысяч быстрых рек и речек [3], а всего в России насчитывается порядка 2,5 млн. малых рек [4].

Практический график использования автономных микро-ГАЭС такой, что (в отличие от ветряка) они работают непрерывно в течение суток и практически до 20 часов на балластную нагрузку. Использование накопителя энергии исключает потребность в балластной нагрузке и создает преимущество, которое заключается в том, что мощность микро-ГАЭС кратковременно может в несколько раз превышать мощность, снимаемую турбиной с водного потока. Например, свободно-поточный турбонасосный агрегат мощностью привода 500 ватт за 20 часов непрерывной работы может накопить около 10 киловатт-часов энергии в виде поднятой на высоту воды, которую можно использовать в течение 4 часов с постоянной мощностью около 2,5 киловатта или чуть меньше с учетом КПД преобразования.

В мире существуют гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС), которые позволяют в периоды пониженного потребления электроэнергии накапливать гидравлическую энергию путем закачивания воды в водохранилища, расположенные значительно выше уровня нижнего водохранилища. С этой целью используются электронасосы или обратимые гидротурбины, работающие в насосном режиме, когда электрогенераторы ГАЭС переключают в двигательный режим [5].

Недостатком крупных ГАЭС является необходимость иметь два водохранилища – нижнее у плотины и верхнее на расчетной высоте, занимающие много плодородной земли, а также необходимость расходовать энергию от сети для работы насосов при заполнении водохранилища-накопителя и с последующей потерей около 30% энергии [5].

## **2. Варианты нового метода преобразования энергии водного потока для создания давления воды и подачи воды на берег**

В настоящее время в рамках предлагаемой концепции изготовлен и испытан в естественных условиях переносной демонстрационный свободно-поточный турбонасосный агрегат, состоящий из свободно-поточной гидротурбины с пропеллерным рабочим колесом и вихревого насоса, кинематически связанных между собой через мультипликатор.

Демонстрационный турбонасосный агрегат имеет следующие характеристики:

- диаметр турбинного колеса пропеллерного типа – 0,65 м;
- передаточное отношение мультипликатора закрытого типа – 1:15;
- перекачивает более 2 м<sup>3</sup> воды в час при скорости потока воды в реке около 1 м/с;
- вес агрегата менее 9 кг (фото 1).

Отличительными особенностями турбонасосного агрегата являются:

- возможность подавать воду в оросительные каналы или разбрызгиватели без затраты электроэнергии и не расходуя топливо;
- мобильность и простота агрегата, имеющего съемные лопасти, его можно переносить в разобранном виде в рюкзаке и собирать перед установкой в реку в рабочее положение.

Свободно-поточный турбонасосный агрегат для работы в качестве водоподъемника ранее не применялся. В настоящее время ГНУ ВИЭСХ подана заявка на полезную модель с приоритетом от 14.02.2013г.

В таблице 1 приведена расчетная мощность, передаваемая насосу через мультипликатор свободно-поточной пропеллерной турбиной в кВт, при различной скорости потока и диаметре турбины с коэффициентом использования энергии воды 40%.

Таблица 1- Расчетная мощность (кВт) при различных скоростях потока и диаметре турбины

| Диаметр турбины, м | Скорость воды м/с |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                    | 0,4               | 0,5  | 0,6  | 0,7  | 0,8  | 1    | 1,2  | 1,5  | 2,0  | 2,5  | 3,0  |
| 0,5                |                   |      | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,06 | 0,12 | 0,27 | 0,54 | 0,93 |
| 0,7                |                   | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,07 | 0,12 | 0,23 | 0,54 | 1,05 | 1,82 |
| 1                  | 0,01              | 0,02 | 0,03 | 0,05 | 0,07 | 0,14 | 0,24 | 0,46 | 1,24 | 2,15 | 3,71 |
| 1,5                | 0,02              | 0,04 | 0,07 | 0,11 | 0,16 | 0,31 | 0,53 | 1,04 | 2,47 | 4,83 | 8,35 |
| 2                  | 0,04              | 0,07 | 0,12 | 0,19 | 0,28 | 0,55 | 0,95 | 1,85 | 4,40 | 8,58 | 14,8 |
| 2,5                | 0,05              | 0,11 | 0,19 | 0,29 | 0,44 | 0,86 | 1,48 | 2,90 | 6,87 | 13,4 | 23,2 |
| 3                  | 0,08              | 0,15 | 0,27 | 0,42 | 0,63 | 1,24 | 2,14 | 4,17 | 9,89 | 19,3 | 33,4 |
| 4                  | 0,14              | 0,27 | 0,47 | 0,75 | 1,13 | 2,20 | 3,80 | 7,42 | 17,6 | 34,3 | 59,3 |
| 5                  | 0,22              | 0,43 | 0,74 | 1,18 | 1,76 | 3,43 | 5,93 | 11,6 | 27,5 | 53,7 | 92,7 |



Фото 1 - Переносной свободно-поточный турбонасосный агрегат

Перед разработкой и изготовлением свободно-поточного турбонасосного агрегата необходимо получить исходные данные на водный поток, в котором намечается установить агрегат. В зависимости от скорости водного потока и требующейся подачи насоса и напора воды будет выполнен расчет турбины, мультипликатора и насоса.

Возможен иной подход при создании турбонасосного агрегата: разработать и изготовить агрегатный модуль, который сможет эффективно работать в водном потоке при определенном диапазоне скоростей потока. Для другого диапазона скоростей потока и мощности модуля потребуется применить турбину другого размера, мультипликатор с другим передаточным отношением и другой насос. При этом по возможности использовать готовые (серийные) элементы для каждого такого модуля, чтобы обеспечить высокую надежность и низкую себестоимость агрегата.

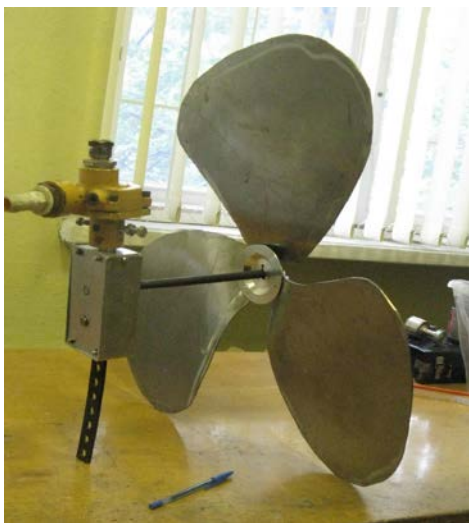


Фото 2 - Турбонасосный модуль

В России не так много работающих предприятий с современным оборудованием и квалифицированными рабочими. Турбонасосный модуль разрабатывался в расчёте на именно эти условия. Первый опытный модуль был изготовлен на Московском станкостроительном заводе, который теперь не существует, а в лаборатории ГНУ ВИЭСХ выполнена доработка этого модуля. Он имеет новый мультипликатор и новые съёмные лопасти. То есть, для изготовления турбонасосных модулей не требуется специального оборудования, как впрочем, и

высокой квалификации специалистов, только насосы должны быть серийными (фото 2).

Для свободно-поточного турбонасосного модуля потребуется разработать различные варианты крепления агрегата в водном потоке различной интенсивности и различной структуры русла реки (твёрдости грунта на дне, глубины и др.).

На равнинных речках помимо создания искусственного сужения может потребоваться устанавливать 2-3 и более модуля с одним или двумя турбинными колесами на каждом агрегате. При их последовательном соединении трубопроводами для создания достаточного напора подаваемой воды можно подавать воду на большую высоту от уровня реки и на большое расстояние от места установки модулей. Поднятая в верхнее накопительное водохранилище вода в зависимости от графика неравномерного суточного потребления может самотеком по каналам или трубопроводам перетекать на большое расстояние от водохранилища, чтобы обеспечить водой различных потребителей без затрат на электроэнергию в отличие от электронасоса и затрат на топливо в отличие от бензонасоса. В постоянно пополняемом свежей водой водохранилище можно разводить рыбу.

Опыт эксплуатации свободно-поточных насосных агрегатов на различных реках позволит перейти к использованию их для преобразования создаваемого ими напора в электроэнергию в автономных электростанциях небольшой мощности, а отходящую от электростанций воду использовать в системах

мелиорации или на хозяйственные нужды, т.е. иметь агрегат двойного назначения.

Единовременные затраты необходимы только на приобретение турбонасосного агрегата и его установку в русле реки. Если одному потребителю агрегата будет дорого, то группа потребителей сможет позволить себе установить такой агрегат непрерывного действия. В местностях с холодным климатом свободно-поточные турбонасосные агрегаты могут устанавливаться ниже уровня реки так, чтобы зимой они могли работать подо льдом, если при высокой скорости течения реки и быстром безостановочном вращении турбинного колеса вода будет замерзать.

Для того хозяина, не имеющего постоянного электроснабжения, предлагаемые свободно-поточные турбонасосные агрегаты – незаменимая вещь, позволяющая иметь бесперебойное водоснабжение, энергообеспечение и тепло круглый год. Использование таких агрегатов в верхних течениях рек, в горных речках, где нет судоходства и естественное течение быстрое, позволит уменьшить затраты на их установку и эксплуатацию.

Каскад небольших автоматизированных свободно-поточных турбонасосных агрегатных модулей, предлагаемой компоновки и расположенных вдоль малых рек, позволит решить проблемы электро- водо- и теплоснабжения на местном уровне без больших материальных расходов на строительство плотин, подводящих ЛЭП, насосных и электрических станций. Такой подход не принесет никакого вреда для рыбоводства, для берегов, а за счет повышения скорости течения, улучшения аэрации и самоочищения воды от вредных веществ будет положительно воздействовать на экологию рек. Там, где бесплатная вода и электроэнергия, можно работать и жить с комфортом, не нарушая экологию окружающей среды. На берегах малых рек и каналов появятся новые жители, готовые заниматься сельским хозяйством на орошаемых землях, как это было в древней Испании и других засушливых регионах на Земле.

### **3 . Выводы и рекомендации**

В итоге предлагаемая концепция водоснабжения позволяет:

- использовать турбонасосный агрегат нового типа для преобразования кинетической энергии течения воды в реке или канале в энергию давления воды;
- подавать воду из реки или канала на большое расстояние для орошения и других целей без затрат на электроэнергию и топливо;
- заполнять искусственные водохранилища для разведения рыбы;
- использовать искусственные водохранилища для работы турбоэлектродвигателей.

### **Литература**

1. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Чигирь>
  2. <http://agrolib.ru/rastenievodstvo/item/>
  3. А. Муравлев, МикрогЭС Александра Бедарева //Алтайская правда N 188 - 190 . 2005
  4. Бляшко Я.И. Выявленные ресурсы малой гидроэнергетики России и перспективы их освоения. Тенденции в развитии мини- и микро- ГЭС // Материалы Восьмой Всероссийской научной молодежной школы «Возобновляемые источники энергии» МГУ, 2012
- Щавелев Д.С. и др. Гидроэнергетические установки, (Учебник для вузов), Энергия, 1972 с. 301 – 308