

УДК 626.532

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ВОДОТОКА НА СБРОСНЫХ СООРУЖЕНИЯХ КРУПНЫХ АТОМНЫХ И УГОЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

Васильев Алексей Михайлович  
к.т.н., профессор  
*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новочеркасская государственная мелiorативная академия», Новочеркасск, Россия*

В статье предложено решение проблемы использования энергии сбросного водотока с целью получения дополнительной электроэнергии с учетом экологических факторов. Предлагаемое решение заключается в применении разработанной конструкции гидроэлектростанции

Ключевые слова: ВОДОСБРОСНОЕ СООРУЖЕНИЕ, ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

UDC 626.532

**USE OF THE ENERGY POTENTIAL OF THE WATERWAY ON WASTE CONSTRUCTIONS OF LARGE NUCLEAR AND COAL POWER STATIONS**

Vasiliev Alexey Mihailovich  
Cand.Tech.Sci., professor  
*Federal state educational establishment of higher professional learning «Novocherkassk state land reclamation academy», Novocherkassk, Russia*

In the article, the way to solve the problem of use of energy of a waste waterway for the purpose of reception of the additional electric power, taking into account ecological factors, is offered. The offered way consists in application of the developed design of hydroelectric power station

Keywords: WATER WASTE CONSTRUCTION, HYDROELECTRIC POWER STATION, ENERGY POTENTIAL, ECOLOGICAL SAFETY

Охлаждение оборотной воды является неотъемлемой частью ряда промышленных технологических процессов. Самыми распространенными устройствами для охлаждения больших объемов воды являются градирни. Эксплуатируемые на электростанциях градирни имеют площадь орошения от 500 до 10000 м<sup>2</sup>, производительность, соответственно, от 3000 до 120000 м<sup>3</sup>/ч. В зависимости от типа оросителя градирни подразделяются на пленочные, капельно-пленочные и брызгальные. По признаку направления движения охлаждающей воды эксплуатируются в основном градирни с противоточным движением воздуха, на отдельных электростанциях - с поперечным или поперечно-противоточным движением воздуха. В настоящее время, оросители градирен выполняются из асбестоцементных плоских листов и пластмассовых элементов [1]. Для охлаждения циркулирующей воды устраиваются большие водоемы-охладители, а на ряде крупных атомных и угольных электростанций установлены градирни высотой более 100 м, через которые проходят сотни тысяч кубометров подогретой воды [2].

На основании вышеизложенного, представляется целесообразным использовать энергию аккумулированного водного потока перед его сбросом в водосборный бассейн-охладитель. Энергия данного водного потока регламентирована пропускаемым расходом охлаждаемой воды, который составляет, примерно, на крупной атомной или угольной электростанции  $25\div 30 \text{ м}^3/\text{с}$  с одной градирни и напором, определяемым высотой градирни с учетом потерь. Даже если на выходе, перед водосборным бассейном, напор будет составлять, с учетом максимальных потерь, порядка  $30\div 40 \text{ м}$ , то выработка дополнительного энергоресурса представляется крайне целесообразной и перспективной.

Выработка дополнительного энергоресурса, в данном случае, возможна при условии применения малых гидроэлектростанций. Это объясняется существенным энергетическим потенциалом таких водотоков при сравнительной простоте их использования. Значительное удорожание электрической энергии, доля которой в себестоимости производимой продукции достигает 20 и более процентов, определяет актуальность внедрения малой гидроэнергетики, позволяющей вырабатывать дополнительный энергоресурс [3, 4]. Кроме того, современная гидроэнергетика по сравнению с другими традиционными видами электроэнергетики является наиболее экономичным и экологически безопасным способом получения электроэнергии. Малая гидроэнергетика идет в этом направлении еще дальше. Небольшие электростанции позволяют сохранять природный ландшафт, окружающую среду не только на этапе эксплуатации, но и в процессе строительства. В отличие от других экологически безопасных возобновляемых источников электроэнергии - таких, как солнце, ветер, - малая гидроэнергетика практически не зависит от погодных условий и способна обеспечить устойчивую подачу дешёвой электроэнергии потребителю. Имеется и ещё одно преимущество малой энергетики - экономичность. В условиях, когда природные источники энергии - нефть, уголь, газ

- истощаются, постоянно дорожают, использование доступной, возобновляемой энергии водотоков, позволяет вырабатывать дешёвую электроэнергию. Следует отметить, что сооружение объектов малой гидроэнергетики достаточно дёшево и быстро окупается, при этом гидроагрегаты для малых ГЭС предназначены для эксплуатации в широком диапазоне напоров и расходов с различными энергетическими характеристиками.

Исходя из перечисленных выше преимуществ и актуальности внедрения подобных объектов, автором разработана конструкция электростанции, относящаяся к области гидроэнергетики, в частности к получению электроэнергии от массы потока воды, движущегося по водосбросному сооружению. Применение конструкции представляется актуальным на водосбросных сооружениях систем охлаждения энергоблоков крупных атомных и угольных электростанций. Расположение предлагаемой гидроэлектростанции целесообразно перед водосборными бассейнами под градириями.

Вырабатываемую предлагаемой гидроэлектростанцией электроэнергию возможно направить на обеспечение хозяйственно-бытовых нужд и развитие прилегающих территорий.

При разработке данной электростанции выполнен анализ известных конструктивных решений в соответствующем техническом сегменте, который позволил выявить наиболее близкие по технической сущности конструкции, одной из которых является электростанция, содержащая специальный причал, напорный водовод, водяной затвор, мягкий переходник, гидроагрегат, техническое судно. Данная гидроэлектростанция может быть сооружена на водосбросах существующих водохранилищ в сезонном режиме [5]. Недостатком данного аналога является односезонность работы электростанции, стабильно необходимый демонтаж и транспортировка водным или железнодорожным транспортом в другой климатический пояс страны.

Наиболее близкой, по конструктивному решению, является малая гидростанция с активной турбиной, которая содержит водозабор, напорный водовод, активную турбину, генератор тока с приводом. Оголовок водозабора имеет защитную сетку, выполненную в виде конуса, и расположен в нижней части водопада. Напорный водовод имеет задвижку, а активная турбина и генератор тока с приводом установлены на фундаменте на берегу. В качестве активной турбины использована лопастная турбина, а водоотвод отработанной воды расположен в реке [6]. Недостатком этой конструкции является то, что её результативная работа возможна только при условии установки защитной сетки, которая снижает напор, а, следовательно, и скорость вращения турбины.

Поставленной автором технической задачей является создание бесперебойно работающей электростанции с высокой производительностью, обладающей конструктивной простотой и надежностью.

Поставленная задача решается тем, что малая гидроэлектростанция на водосбросном сооружении (в дальнейшем «МГЭС») содержащая подводящий канал, гидротурбину с вертикальной осью вращения, гидрогенератор и отводящий трубопровод, снабжена контактными резервуаром с направляющим порогом, отводящий трубопровод снабженный запорно-регулирующей арматурой, позволяющей регулировать уровень заполнения контактного резервуара при изменении расхода воды, обеспечивая стабильность работы. Кроме того продольные оси подводящего канала и отводящего трубопровода смещены относительно друг друга с целью усиления образования водоворотного течения воды. Разработанная электростанция представлена на рисунке 1. Предлагаемая конструкция МГЭС работает следующим образом: поток воды, аккумулированный с градиен атомной или угольной электростанции, проходит по подводящему каналу 1 и закручиваясь при помощи направляющего порога 2 попадает в контактный резервуар 6, создавая водоворотное течение. Под воздействием водоворотного течения, усиленного тем, что продольные оси подводящего канала 1 и отводящего трубопровода 7 смещены относительно друг друга, а также

донным размещением отводящего трубопровода 7, снабженного запорно-регулирующей арматурой 8, лопасти турбины 3 приходят в движение, приобретая значительное ускорение, регламентированное гидравлическими характеристиками потока и компоновочным решением. Турбина, вращаясь от потока воды, передает вращение на генератор 4, установленный на опорах 5.

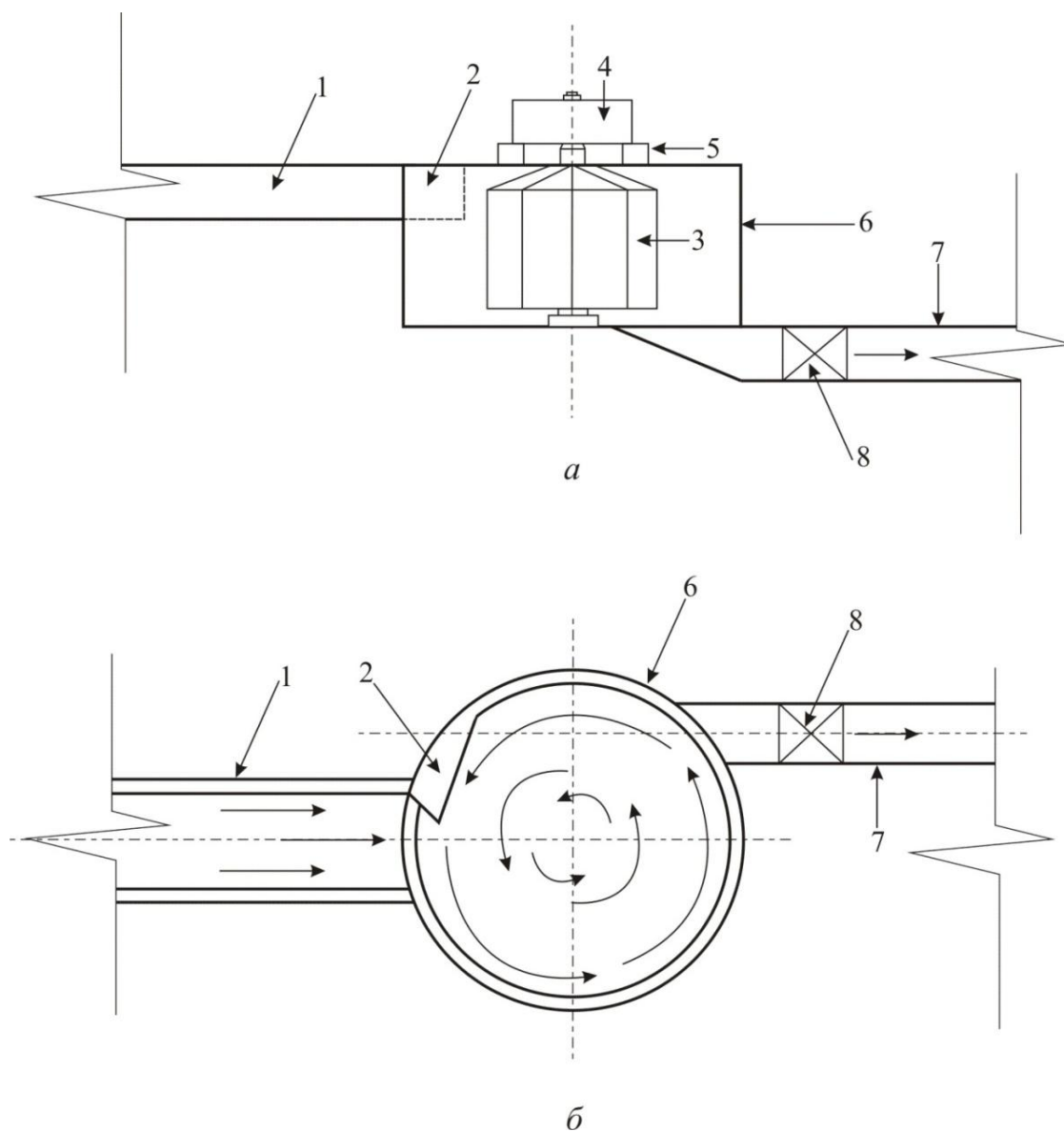


Рисунок 1 – Гидроэлектростанция на водосбросном сооружении:  
*а* – МГЭС (продольный разрез), *б* – МГЭС (в плане).

Технический результат от применения состоит в бесперебойной работе, инженерной простоте и относительной дешевизне конструкции [7]. Предлагаемая МГЭС достаточно технологична в эксплуатации и произ-

водстве регламентных работ, т.к. все оборудование находится на открытых площадках и доступно к обслуживанию со всех сторон. Кроме того, её бесперебойная эксплуатация возможна в любое время года, т.к. аккумулярованная с градирен вода обладает достаточно высокой положительной температурой.

Примерные технические характеристики предлагаемой конструкции гидроэлектростанции на водосбросном сооружении, при условии работы градирни в максимальном режиме (пиковые нагрузки по выработке электроэнергии в дневное время), приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики предлагаемой МГЭС

Параметры	
Мощность, кВт	6300
Напор, м	30
Расход, м <sup>3</sup> /с	25
Номинальное напряжение, В	6000
Номинальная частота тока, Гц	50

Следует отметить, что для всех режимов работы МГЭС обязательным условием является применение гидроэнергетического оборудования с наивысшим КПД. Мощность гидротурбины  $N_T$  (кВт) определялась по общеизвестной формуле:

$$N_t = 9,81 \cdot Q \cdot H_t \cdot \eta_t, \quad (1)$$

где  $Q$  - расход воды, проходящей через турбину, м<sup>3</sup>/с;  $H_t$  - напор на турбине, м;  $\eta_t$  – КПД.

Взаимная связь основных технических параметров турбины, работающей с постоянной частотой вращения, определяется ее рабочими и эксплуатационными характеристиками.

Приведенные в таблице 1 параметры предлагаемой конструкции свидетельствуют об эффективности, целесообразности принимаемых компоновочных решений и подтверждают возможность обеспечения хозяйственно – бытовых нужд создаваемого, например, среднего по площади тепличного хозяйства и/или производства ликвидных субпродуктов.

Если принять годовой ресурс работы 5000 часов (с учётом плановых остановок), то предлагаемая МГЭС выработает:  $6300 \cdot 5000 = 31\,500\,000$  кВт·ч электроэнергии.

Электроэнергию, вырабатываемую МГЭС, целесообразно направить на производство продукции с высокой добавленной стоимостью. Таковой, например, является овощная продукция, выращиваемая в теплице и пользующаяся широким спросом в определённое время года.

В качестве вторичной продукции можно рекомендовать водный раствор гипохлорита натрия (ГХН), который, являясь эффективным заменителем экологически опасного жидкого хлора, начал широко использоваться в системах водоснабжения (питьевого и оборотного), а также очистки сточных вод. Кроме того, ГХН является активным альгицидом – веществом, препятствующим развитию сорной растительности в водоёмах, в частности сине-зелёных водорослей [4]. Подобное произошло несколько лет тому назад в Цимлянском водохранилище, в результате чего г. Волгодонск на неделю остался без питьевой воды надлежащего качества, что само по себе является катастрофичным для жизнеобеспечения любого населённого пункта.

Рассмотрим возможности МГЭС для производства гипохлорита натрия. На практике для выработки 1 кг ГХН требуется 4,5 кВт·ч электро-

энергии. При дозе последнего  $1\text{г}/\text{м}^3$ , 1 кг ГХН достаточно для обработки  $1000\text{ м}^3$  оборотной воды, используемой для охлаждения.

Если направить электроэнергию, вырабатываемую МГЭС (сопряжённую с градирней), на выработку гипохлорита натрия, этого дезинфектанта можно получить в течение года:

$$m'_{\text{ГХН}} = 31\,500\,000 : 4,5 = 7\,000\,000 \text{ кг.}$$

Для обработки оборотной воды, поступающей в градирню, при рекомендуемой дозе  $1\text{г}/\text{м}^3$  потребуется гипохлорита:

$$m''_{\text{ГХН}} = 1\text{г} \cdot 90000 \text{ м}^3/\text{ч} \cdot 3672 = 330\,480 \text{ кг,}$$

где 3672 часа – время, в течение которого предполагается вести обработку воды; обычно это период с мая по сентябрь, т.е. 153 сут. или 3672 ч.

Разницу между вырабатываемым количеством ГХН и расходом его на выработку, составляющую:

$$\Delta m_{\text{ГХН}} = 7\,000\,000 - 330\,480 = 6\,669\,520 \text{ кг}$$

можно реализовывать в качестве готового к использованию дезинфектанта для близлежащих поселений.

Помимо того, при рациональном использовании указанных энергоресурсов можно обеспечить функционирование на базе теплоэлектростанции теплицы, суммарной площадью до 10 и более гектаров. Тем более, если использовать практически невостребованную «ночную» электроэнергию, то себестоимость выращиваемой продукции, может быть снижена на 25-30%.

Следует отметить, что в 2010 г. в Российской Федерации из-за засухи имело место резкое снижение сбора овощей. Согласно данным Минсельхоза, в этом году сбор упал на 10 % - до 12,1 млн. т., картофеля собрали 21 млн. т. - 32 % меньше, чем в 2009 г. Последствия не заставили себя долго ждать: уже в январе 2011 г. Росстат объявил, что за прошлый год овощи



подорожали почти на 70 %. При этом, картофель и капуста прибавили в цене вдвое, морковь и свекла - на 60 %, лук и чеснок - в 1,5 раза [8] и можно быть уверенным, что это еще не предел. Как известно, две трети овощей, потребляемых в России, импортные; из 300 млрд. руб., что ежегодно тратит население на овощи и зелень, 200 млрд. руб. уходит на оплату иноземной продукции. А между тем значительная часть импорта добирается до российского потребителя в декадный и более длительный период времени, теряя качество и, естественно, физиологическую ценность.

На основании этого, многие специалисты рекомендуют в связи с этим ускоренными темпами развивать тепличное хозяйство. СМИ сообщают, что в настоящее время в России имеется всего лишь около 1,8 тыс. га овощных теплиц, представляющих собой остатки советских комбинатов, построенных в 70 - 80 г.г. ушедшего века. Указанная площадь теплиц в 3,6 раза меньше, чем в Польше и в 6 раз меньше, чем в сравнительно небольшой Голландии. Поэтому не вызывает удивления тот факт, что в отечественных теплицах собирают всего лишь 5 % овощного урожая в стране – 530 - 560 тыс. т.

Существующие теплицы не могут эффективно функционировать, прежде всего, из-за безудержного роста тарифов на тепловую и электрическую энергию, коммунальные платежи, За пять последних лет цены на газ выросли в три раза, а чтобы лишь подключить электричество к теплице приходится платить значительные денежные средства.

Все это предопределяет актуальность разработки и применения систем альтернативного энергоснабжения тепличных хозяйств, позволяющих снизить материальные затраты на обеспечение их эффективного функционирования и, соответственно, снижение себестоимости целевого продукта и обоснованное создание рабочих мест.

Вот здесь и появляются благоприятные перспективы для конкуренции с импортируемой продукцией, и может быть обеспечена физиологиче-

ская ценность за счёт свежести, а также экономическая эффективность от реализации тепличных овощей и фруктов.

Следует отметить также экологичность внедрения разработанной конструкции, заключающуюся в том, что водоворот перемешивает загрязнители, одновременно хорошо аэрируя воду, что способствует интенсивной работе микроорганизмов, очищающих её естественным образом и снижению тепловой нагрузки поддерживая тем самым стабильность и безопасность местной экосистемы. Данные свойства восстанавливают процессы, идущие в обычном водоеме, которому присущи многочисленные повороты. Это значит, что относительное увеличение энергетической эффективности энерговырабатывающего предприятия происходит в сочетании со значительным снижением его экологической опасности.

Производство гипохлорита натрия с последующим использованием его в водоснабжении региона или отдельно взятого населённого пункта внесёт существенный вклад в выполнение ФЦП «Чистая вода» и в действующие программы социально-экономического развития.

В отношении предлагаемой конструкции получено решение на регистрацию и выдачу патента на полезную модель от Федеральной службы по интеллектуальной собственности (Роспатент).

#### Литература

1. РД 34.22.402-94 «Типовая инструкция по приемке и эксплуатации башенных градирен». М., 1997. – 77 с.
2. Ростовский информационно-аналитический центр [Электронный ресурс]. URL: <http://rostov.myatom.ru> (дата обращения: 07.11.2011).
3. Электроэнергетика России-2030. Целевое видение / Под общей ред. Вайнзихера Б.Ф. – М.: Альпина Бизнес-Букс, 2008. – 352 с.
4. Диверсификация базовых предприятий энергетики в целях устойчивого развития АПК региона (на примере Ростовской области): монография /А.М. Васильев, И.А.Денисова, С.А. Манжина, В.В. Денисов; под ред. В.В. Гутенева – Новочеркасск: УПЦ «Набла» ЮРГТУ (НПИ), 2010.– 291 с.
5. RU, свидетельство на полезную модель № 24842, МПК E02B9/00, 2002 г.
6. RU, патент на полезную модель № 83777, МПК E02B9/00, 2009 г.
7. RU, Решение о выдаче патента на полезную модель по заявке № 2011154012/13(081236).
8. Павлов. А. Зелень дорожает - и не краснеет / А. Павлов // Аргументы недели. - 2011.-№ 5.-С. 7.