

УДК 621.22

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ БЕЛАРУСИ

Кандидаты техн. наук АЛЬФЕРОВИЧ А. Н., ГРИНЕВИЧ Л. А.

*Центральный научно-исследовательский институт  
комплексного использования водных ресурсов*

Кандидаты техн. наук, доценты БОГОСЛАВЧИК П. М., КРУГЛОВ Г. Г.,  
СИНИЦЫН Н. В.

*Белорусская государственная политехническая академия*

В последние десятилетия во многих странах мира значительно повысился интерес к освоению возобновляемых энергоресурсов как нетрадиционных – солнечной, геотермальной и ветровой энергии, так и традиционных, к которым в первую очередь относится гидравлическая энергия.

Это обусловлено постоянно растущими затратами на добычу минерального топлива и сокращением его запасов, а также увеличением его потребления неэнергетическими отраслями народного хозяйства, ужесточением требований к охране окружающей среды и, следовательно, ограничением возможностей размещения тепловых электростанций в густонаселенных районах.

Для Беларуси интерес к развитию собственной гидроэнергетики обусловлен в настоящее время и стремлением достигнуть максимальной независимости от источников топлива за ее пределами. Освоение гидроэнергетических ресурсов Беларуси началось в 30-е годы. В 1938 г. была пущена в эксплуатацию первая ГЭС «Новый шлях» на р. Усяж Минского района мощностью 35 кВт. Значительное развитие строительство ГЭС преимущественно на малых реках получило в 40–50-е годы, когда интенсивно возводились колхозные и межколхозные гидроэлектростанции. Самые крупные из построенных в республике ГЭС: Осиповичская на Свислочи мощностью 2,2 тыс. кВт и Чигиринская на Друти – 1,5 тыс. кВт. Всего было построено и действовало 179 гидроэлектростанций общей установленной мощностью около 21,0 тыс. кВт и с годовой выработкой электроэнергии – 88 млн. кВт·ч. Малые ГЭС характеризовались высокими значениями стоимости строительства и себестоимости вырабатываемой ими электроэнергии. Основные причины этого – большие затраты на содержание обслуживающего персонала, низкая степень автоматизации режимов работы, отсутствия серийного производства гидромеханического и энергетического оборудования для таких ГЭС, а также необоснованное копирование конструктивно-компоновочных решений и опыта строительства крупных ГЭС, что приводило к усложнению конструкций, удлинению сроков проектирования и возведения. В связи с этим, а также в результате проводимой с начала 60-х годов политики создания на территории СССР Единой энергетической системы и централизованного электроснабжения всех без исключения отраслей народного хозяйства страны от государственных электростанций строительство ГЭС в Беларуси практически прекратилось. Большинство из построенных ГЭС (свыше 90 %) было демонтировано и списано.

В 1988 – 89 гг. Белгипроводхозом было проведено обследование пятнадцати ГЭС энергосистемы Республики Беларусь, в том числе шести действующих мощностью до 6,0 МВт и девяти списанных. Установлено, что большинство действующих ГЭС имеет изношенное оборудование, которое может выйти из строя в любое время; на списанных оборудование либо вышло из строя, либо демонтировано; гидротехнические сооружения нуждаются в капитальном ремонте или требуют реконструкции. Аналогичные выводы содержат и материалы обследований, проведенных в 1989 г. институтом «Сельхозтехпроект» на ГЭС, находившихся ранее в ведении колхозов и совхозов республики, а в настоящее время списанных: почти все они разрушены; оборудование отсутствует полностью.

В данной статье содержатся основные результаты выполненного временным творческим коллективом сотрудников центрального НИИ комплексного использования водных ресурсов, Белгипроводхоза и Белорусской государственной политехнической академии по заданию «Энергосетьпроекта» научного обоснования возможных путей использования гидроэнергетического потенциала республики. Предлагается развитие гидроэнергетики проводить через:

- 1) реконструкцию и восстановление ранее построенных, строительство новых малых ГЭС (мощностью до 25 – 30 МВт);
- 2) использование энергетического потенциала существующих водохранилищ неэнергетического назначения, а также намеченных к созданию в перспективе до 2010 г.;
- 3) максимально возможное использование гидроэнергетического потенциала территорий республики, подвергшихся радиационному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС;
- 4) создание гидроузлов с пониженными подпорными уровнями водохранилищ на крупных реках республики;
- 5) строительство гидроакмулирующих электростанций (наземных и с подземными зданиями и нижними бассейнами).

На основании опыта работы малых ГЭС в странах СНГ и за рубежом, а также учитывая, что перед малыми ГЭС Беларуси дополнительно ставится задача максимально возможного использования энергии речного стока и получения на этой основе максимальной экономии топлива, для предварительных расчетов их основных энергетических показателей (восстанавливаемых, реконструируемых и вновь проектируемых) целесообразно принимать расчетное число часов использования установленной мощности до 2500 в год [1]. В итоге оценочных расчетов суммарная установленная мощность, которую можно получить на малых ГЭС республики, построенных в прошлые годы, составила 15 тыс. кВт, а годовая выработка электроэнергии – 55 млн. кВт.ч.

Анализ возможности строительства новых малых ГЭС в Беларуси был проведен для притоков первого и второго порядков бассейнов рек Западная Двина, Неман, Виляя, Днестр, Припять и Западный Буг с использованием проработок, выполненных в 50-х годах институтами «Гидроэнергопроект» и «Гидросельэлектро». В перспективе на притоках перечисленных рек может быть построено около пятидесяти малых ГЭС с суммарной установленной мощностью порядка 50 тыс. кВт и среднегодовой выработкой электроэнергии 160 млн. кВт.ч.

Основная проблема, ограничивающая возможности восстановления и строительства малых ГЭС в Беларуси, – это отсутствие в республике и в странах СНГ заводов, выпускающих для них гидроагрегаты. В 1984 г. Сызранскому турбостроительному заводу были поручены разработка и изготовление этих гидроагрегатов, однако их номенклатура не отвечает потребностям республики. Закупка за рубежом не представляется возможной из-за высокой их стоимости, вследствие чего необходимо создавать свою производственную базу, возможно в виде совместных предприятий.

Для снижения удельных стоимостных показателей малых ГЭС следует отказаться от практики их проектирования в виде уменьшенных копий крупных ГЭС с полным набором всех устройств, оборудования, конструктивных элементов. Конструкции и компоновки малых ГЭС должны быть значительно упрощены и унифицированы, а работать они должны в автоматическом режиме с минимальным количеством обслуживающего персонала [2].

В настоящее время и на ближайшую перспективу одним из основных

направлений развития малой гидроэнергетики должно быть освоение потенциала водохранилищ неэнергетического назначения, построенных ранее для гидромелиорации, водоснабжения, рыборазведения, рекреации и водного благоустройства. Преимущество этого направления заключается в возможности пристройки малых ГЭС к уже готовому напорному фронту. При определении их параметров необходимо исключить из общего объема полезного бытового стока ту его часть, которая забирается другими водопотребителями непосредственно из водохранилища без пропуска ее в нижний бьеф.

Из всех созданных в Беларуси водохранилищ объемом более 1 млн. м<sup>3</sup> 100 построено для неэнергетического назначения, из них 52 – руслового или озерного типа, а 48 – наливные (с использованием машинного водоподъема). В первую очередь целесообразно рассмотреть создание ГЭС с возможной установленной мощностью более 100 кВт. Таких водохранилищ имеется: в Брестской области – 5, Витебской – 1, Гродненской – 1, Минской – 10. Всего в республике возможно строительство 17 подобных гидроэлектростанций с общей установленной мощностью 5,8 тыс. кВт и годовой выработкой электроэнергии 20,8 млн. кВт.ч.

При освоении потенциала водохранилищ неэнергетического назначения несомненный интерес представляет опыт создания малых ГЭС на существующих водоемах во Франции [3]. Так, на р. Майен сооружено 16 малых ГЭС унифицированной компоновки на напоры около 2 м. Для таких малых напоров применены сифонные установки. Последняя ГЭС из этого каскада – «Мулен Корсю» мощностью 140 кВт и выработкой 830 тыс. кВт.ч в год пущена в 1988 г. ГЭС в виде двух сифонных установок с наклонными капсульными турбинами внутри сифона была пристроена к существующей плотине бывшей мельницы (рис. 1). Напор 2,16 м, расход через установку 4,6 м<sup>3</sup>/с. Сифонные установки с вакуум-насосами для их зарядки объединены с гидроагрегатами в виде единой поставочной и целиком монтируемой единицы.

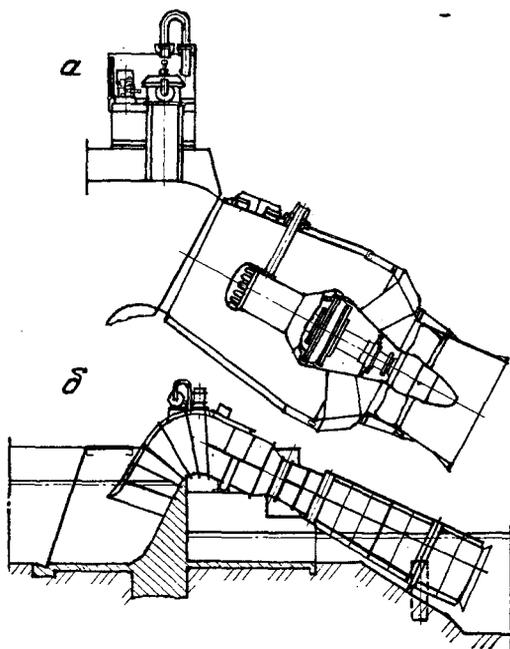


Рис.1. Малая ГЭС на р. Корсю:

а – схема агрегата;  
б – разрез по установке

Для определения масштабов ожидаемого в республике строительства водохранилищ многоцелевого назначения использованы данные бассейновых схем комплексного использования и охраны водных ресурсов рек [4]. Схемами предусмотрено создание 75 водохранилищ, на двадцати из которых

возможно сооружение ГЭС мощностью свыше 100 кВт. Их суммарная установленная мощность оценивается в 14 тыс. кВт, а годовая выработка – в 32 млн. кВт. ч.

Рассмотрены также возможности использования гидроэнергетических ресурсов территорий, подвергшихся радиационному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС.

Пойма Днестра ниже Могилева до самой границы с Украиной имеет практически сплошное загрязнение радионуклидами цезия-137 от 1 до 5 Ки/км<sup>2</sup>, а на отдельных участках – до 15 Ки/км<sup>2</sup>. В бассейне Сожа загрязнение колеблется от 5 до 40 Ки/км<sup>2</sup> и более. Аналогичная ситуация на участке Припяти ниже Мозыря; подверглись загрязнению и пойменные земли притоков Припяти – Уборти и Словечны.

Земельные ресурсы этих территорий выпадают из традиционного использования, и в первую очередь подлежат выводу из оборота сельскохозяйственной угодья в связи с невозможностью получения не загрязненной радионуклидами продукции. В настоящее время радиоактивные загрязнения из-за водной эрозии почв смываются с водосбора в речные поймы. При этом уровень загрязнения пойменных территорий будет существенно возрастать во времени. Распространение загрязнений на чистые территории происходит также за счет ветровой эрозии почв. Затопление же участков речных пойм водохранилищами исключит возможность использования этих земель для получения загрязненной радионуклидами сельскохозяйственной продукции. Те загрязнения, которые сегодня смываются с водосбора в речные поймы и распространяются по речной сети, будут аккумулироваться в водохранилищах и накапливаться в донных отложениях. Таким образом будет значительно сокращен поверхностный транзит радионуклидов по речной сети.

При выборе мест размещения створов гидроузлов в этой зоне целесообразно исходить из требования максимального использования гидроэнергетического потенциала и получения максимума выработки электроэнергии. Это достигается путем создания сомкнутых каскадов водохранилищ на основных реках и их притоках с использованием максимальных напоров.

Имеется техническая возможность создать каскад из четырех гидроэлектростанций на Днестре ниже Могилева общей установленной мощностью 112 тыс. кВт, трех на Соже – 32,5 тыс. кВт, одной на Припяти – 57 тыс. кВт. Кроме того, на притоках Сожа может быть использовано пять створов с получением общей мощности около 11 тыс. кВт, на притоках Припяти – три створа (2,3 тыс. кВт). Всего на водотоках загрязненных территорий могут быть построены гидроэлектростанции общей мощностью порядка 214 тыс. кВт, с ежегодной выработкой около 925 млн. кВт. ч.

При таком решении до 50 % будет снижена общая сметная стоимость ГЭС за счет отсутствия затрат на оплату изъятых из оборота сельхозугодий и лесного фонда.

Специфические условия территории будут накладывать определенные ограничения на режимы работы ГЭС. Так, для максимального ограничения миграции загрязнений не следует допускать взмучивания донных отложений, которое обычно наблюдается при глубокой предпаводковой сработке водохранилищ и последующей аккумуляции паводкового стока в них. Следовательно, колебание уровня воды в водохранилищах должно быть минимальным в пределах преимущественно суточного регулирования. Целесообразно обеспечить эксплуатацию этих ГЭС в автоматизированном режиме с дистанционных пунктов управления, которые могут быть размещены в Могилеве и Гомеле.

Безусловно, реализация предложения о гидроэнергетическом использовании загрязненных территорий требует глубокого изучения целого ряда экологических вопросов, однозначных ответов на которые сегодня нет и для решения которых потребуются специальные исследования. К их числу относятся прогноз процессов миграции радионуклидов в условиях фильтрации воды из водохранилищ в подземные горизонты в различных гидрогеологических условиях, оценка опасности попадания радиоактивных загрязнений в подземные воды в условиях естественного оборота воды в природе и при создании водохранилищ. В этом смысле несомненный интерес представляет изучение процессов, происходящих в Киевском водохранилище.

Рассматривается создание гидроузлов с пониженными подпорными отметками водохранилищ на Немане, Западной Двине и Днестре (выше Могилева) [5]. В соответствии с топографическими условиями и с учетом

обеспечения минимального затопления площадей предлагается сооружение двух гидроэлектростанций на Немане общей установленной мощностью 40 тыс. кВт и годовой выработкой электроэнергии в маловодном году около 100 млн. кВт. ч.

На Западной Двине возможно сооружение трех гидроэлектростанций с суммарной установленной мощностью около 210 тыс. кВт и ежегодной выработкой 523,5 млн. кВт. ч.

На участке верхнего Днепра фактически отсутствует пойма, берега русла поднимаются на 5–10 м над меженным уровнем, что позволяет создавать подпор в русле без выхода НПУ водохранилища на берега реки. В этих условиях возможно создание каскада ГЭС, работающих на бытовом стоке. Рассмотрен вариант с тремя ГЭС общей установленной мощностью 5 тыс. кВт и выработкой электроэнергии в маловодный год 95 % обеспеченности – 12,6 млн. кВт. ч.

В качестве мобильного источника электроэнергии для покрытия пиковых нагрузок в энергосистеме могут использоваться гидроаккумулирующие электростанции. Проведенное обследование территории Беларуси по изысканию подходящих площадок показало, что есть благоприятные места для сооружения ГАЭС. Они характеризуются одинаковыми показателями по напорам в пределах 50–70 м, мощности в турбинном режиме в пределах 500 тыс. кВт и числу часов работы в турбинном режиме 3–5.

В качестве первоочередных следует рассматривать те ГАЭС, где уже имеются или намечаются к созданию подходящие низовые водоемы (например, Заславская, Радощковичская и др.). Для Беларуси не исключается и возможность строительства ГАЭС с подземными зданиями и низовыми бассейнами на глубине 700–1000 м и более.

#### ВЫВОД

Проведенная оценка возможного к использованию гидроэнергетического потенциала территории Беларуси с учетом природных и хозяйственных условий и современной экологической обстановки показала, что в республике возможно строительство ГЭС суммарной мощностью около 550 тыс. кВт и среднегодовой за многолетний период выработкой электроэнергии порядка 2 млрд. кВт. ч, что обеспечит получение экономии не менее 600 тыс. т у. т. на тепловых электростанциях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. М а л а я гидроэнергетика/Л. П. Михайлов, Б. Н. Фельдман, Т. К. Марканова и др.—М.: Энергоатомиздат, 1989. — 184 с.
2. С л а д н е в М. Ф., Ф е д о р о в М. П. Перспективы использования энергии малых рек//Гидротехническое строительство. — 1984. — № 12.
3. К р а с и л ь н и к о в М. Ф., К о н д р а т ь е в В. Н. Концепция создания оборудования для малых ГЭС во Франции//Гидротехническое строительство. — 1990. — № 7.
4. Г а т и л л о П. Д. Отчет по «Схеме развития водного хозяйства БССР на период до 1980 г.» Инв. № 195 ТО (библиотека ЦНИИКИВР). — Минск, 1967. — 266 с.
5. В о д н о э н е р г е т и ч е с к и й кадастр Белорусской ССР. Потенциальные гидроэнергоресурсы. Т. 1. /Под ред. проф. Т. Л. Золотарева. — Минск: Изд-во АН БССР, 1960.—283 с.

Представлена кафедрой  
гидротехнического  
и энергетического  
строительства

Поступила 17.12.1992