

топлива. Это означает, что конденсационная техника, которую называют техникой будущего, позволяет за счет глубокого охлаждения уходящих газов использовать скрытую теплоту парообразования водяных паров,  $r = 2400$  кДж/кг [6].

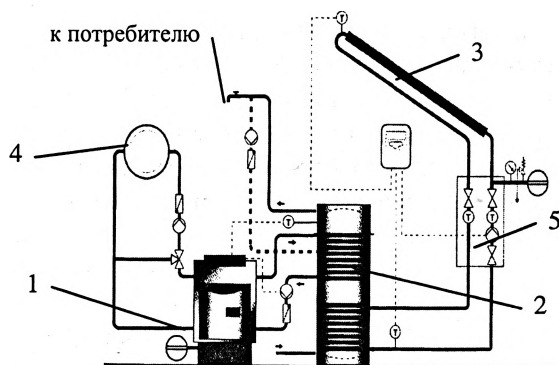


Рис. Схема отопления и ГВС – котельная и солнечный коллектор: 1 – котел; 2 – бойлер; 3 – солнечный коллектор; 4 – насос; 5 – система распределения

Анализ рынка производимых котлов, показывает, что наблюдается стремительный рост производства конденсационных котлов. Передовые мировые фирмы Висман, GasEco, DEDietrih в результате многолетних усилий, применяя специальные коррозионностойкие стали, соответствующие КИПиА, разработали и выпускают модельные ряды с диапазоном мощности от 8 до 1000 кВт и производительность 10–100% [6].

Технико-экономические расчеты и опыт эксплуатации такого класса котлов показывает, что даже при существующих ценах ~ 75–80 дол. США/ту.т срок их окупаемости не превышает одного года, а при неизбежном росте тарифов срок будет еще меньше.

#### Выводы

При ограниченности МВТ в РБ, необходимо модернизировать и эксплуатировать генерирующие тепловую энергию установки (в частности котлы) с максимальной энергетической эффективностью и многовариантностью в широком диапазоне производительности.

#### Литература

1. Глобальная энергетическая безопасность // Энергия и менеджмент. – 2006. – №4. С.35-36.
2. Кашпаров А. Как достичь экономии? // Энергетика и ТЭК. – 2001. – №5. – С.20.
3. С.Соуфер, О.Заборски. Биомасса как источник энергии – М.: Мир, 1985.
4. Герасимова А.Г, Козлов А.И. Некоторые аспекты использования древесины в твердотопливных котлах //Инженер-механик – 2006. – №3. – С. 34-35.
5. М. Вировлянский Требования к оснащению систем отопления в Великобритании // Акватерм. – 2001. – №5. – С.72.
6. Материалы для проектирования котельных и современных систем отопления. ФРГ. «Висман». – 2005.

УДК 621.22

## ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕКИ ВОЛМЯНКИ ДЛЯ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ УЧЕБНО-НАУЧНОЙ СТАНЦИИ «ВОЛМА» МГЭУ ИМ. А.Д. САХАРОВА

Позняк С.С., Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова, г. Минск

В качестве возобновляемых и нетрадиционных источников энергии с учетом природных, географических и метеорологических условий республики рассматриваются малые гидроэлектростанции (ГЭС), ветроэнергетические установки, установки по производству биогаза, гелиоводонагреватели, фотоэлектрические батареи, установки

для брикетирования и сжигания отходов растениеводства и др. Хотя эти источники могут в совокупности обеспечивать замещение не более 5% потребляемого в настоящее время топлива, их широкое применение в ближайшее время в республике очень важно по нескольким причинам. Во-первых, работа по их использованию будет

способствовать развитию собственных технологий и оборудования, которые впоследствии могут стать предметом экспорта, во-вторых, эти источники, как правило, являются экологически чистыми, в-третьих, их применение само по себе обеспечивает воспитание людей к переходу от расточительной к рациональной экономике.

Одну из важнейших ролей в обеспечении потребностей республики в энергоресурсах может сыграть малая гидроэнергетика. Согласно определению Европейской Ассоциации Малой Гидроэнергетики (ESHА), Европейской Комиссии и Международному союзу Производителей и Поставщиков Электричества (UNPEDE) к малым гидроэлектростанциям относятся все станции мощностью до 10 МВт. Основными причинами, способствующими возрастанию роли гидроэнергетики в общем балансе энергоресурсов, являются:

- истощение ресурсов нефти и газа, что приведет к увеличению стоимости производства электроэнергии на тепловых электростанциях;

- малая гидроэнергетика является лидирующей технологией, обеспечивающей снижение выбросов парниковых газов;

- рост населения потребует соответствующей инфраструктуры для ирригации и водоснабжения; интеграция в такие проекты малой гидроэнергетики не окажет существенного влияния на окружающую среду и социальную обстановку.

Основной гидроэнергетический потенциал Республики Беларусь сосредоточен на трех реках: Западной Двине, Немане и Днепре. Планируемая мощность сооружаемых ГЭС составляет 200,4 МВт. В ближайшие годы запланировано сооружение ряда малых ГЭС на притоках основных рек, а также на промышленных водосборах, в частности, на тепловых электростанциях с использованием гидроэнергетического потенциала циркуляционной (охлаждающей) воды. Установленная мощность имеющихся в республике 20 ГЭС на 1 января 2004 г. составляла 10,9 МВт. Ежегодно за счет использования водоресурсов вырабатывается около 28 млн. кВт·ч электроэнергии, что эквивалентно вытеснению импортного топлива в размере 7,9 тыс. тонн условного топлива (т.у.т.). Потенциальная мощность всех водотоков Беларуси составляет 850 МВт, в том числе технически доступная – 520 МВт, а экономически целесообразная – 250 МВт. Основным направлением развития малой гидроэнергетики является сооружение новых, реконструкция и восстановление существующих ГЭС. Единичная мощность исполь-

зуемых гидроагрегатов будет находиться в диапазоне от 50 до 5000 кВт, при этом предпочтение будет отдаваться быстромонтируемым гидроагрегатам капсульного типа. При мощностях гидроагрегатов от 50 до 150 кВт в качестве гидрогенераторов возможно широкое использование асинхронных генераторов, как более простых и надежных в эксплуатации. Как правило, все восстанавливаемые и вновь сооружаемые ГЭС должны работать параллельно с энергосистемой, что позволит значительно упростить схемные и конструктивные решения. Особого рассмотрения требуют вопросы сооружения каскадов ГЭС на реках Сож, Днепр, Припять, так как возможные масштабы затопления прилегающих территорий ограничены зоной загрязнения радионуклидами.

Дискутируемые в настоящее время проблемы возможного негативного воздействия гидроэнергетики на локальную окружающую среду и экосистему рек в значительной мере предопределяют тормоз в развитии гидроэнергетики в целом. При этом игнорируются важные экологические и социальные аспекты применения малых ГЭС (затемнение ископаемого топлива и снижение уровня выбросов парниковых газов и загрязнения воздуха), не учитываются различия при рассмотрении влияния на окружающую среду объектов малой и большой гидроэнергетики.

Для активизации развития малой гидроэнергетики важным условием является повышение информированности и осведомленности населения о ее преимуществах. С этой целью на базе создаваемого Международного экологического парка «Волма», представляющего собой учебно-научный центр, включающий совокупность средств, технологий и практических методов, направленных на решение проблем экологической безопасности, охраны окружающей среды и совершенствование методов использования возобновляемых источников энергии, монтируется микро-гидроэлектростанция (микро-ГЭС), установленной мощностью агрегата 0,4-1,1 кВт. Микро-ГЭС является источником переменного электрического тока и состоит из гидроагрегата МГА-1-0,25 и подводных устройств. Подводящие устройства включают водоприемник, водовод и два дисковых затвора с ручным управлением от редуктора. Для удобства обслуживания один затвор оснащен устройством дистанционного управления (рис. 1).

В водоприемнике предусмотрена сороудерживающая решетка. Водовод, состоящий из пяти частей с фланцевыми соединениями, выполнен из электро-

сварной прямошовной трубы с наружным диаметром 273 мм и толщиной стенки 6 мм. Общая длина водовода равна 11,4 м. Для облегчения монтажа в двух фланцевых соединениях применена конструкция на приварном кольце по ГОСТ 12822-80, которая позволяет поворачивать присоединяемую трубу вокруг своей оси на любой угол (рис. 2).

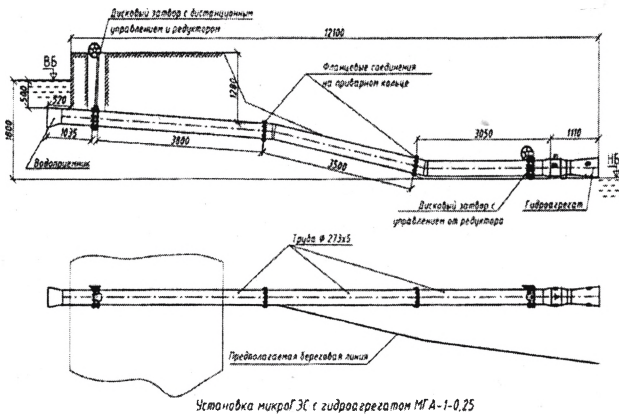


Рис. 1



Рис. 2

Горизонтальный прямоточный гидроагрегат МГА-1-0,25 (производство НПО «Ранд», г. Санкт-Петербург), состоит из гидротурбины и генератора электрического тока, объединенных в едином блоке. Гидротурбина преобразует механическую энергию потока воды в механическую энергию вращения ротора, являясь приводным двигателем генератора. Гидроагрегат оснащен пропеллерной турбиной и синхронным погружным генератором и предназначен для оснащения микро-ГЭС, работающих на локальную нагрузку. Рабочее колесо – осевое, с возможностью изменения угла установки лопастей при остановленном агрегате. Диаметр колеса — 0,25 м, частота вращения 750 об/мин, напоры использования 1–2 м, расходы 0,10–0,11 м<sup>3</sup>/с. Тепловой режим генератора обеспечивается за счет охлаждения его корпуса потоком

воды, в связи с чем не допускается использование генератора в установках, не обеспечивающих указанные условия охлаждения.

Основным назначением гидроэнергетической установки является преобразование энергии воды, падающей на лопасть в единицу времени в механическую. В отличие от других энергетических установок никакие принципиальные ограничения (термодинамические или динамические) не мешают энергии падающей воды полностью превратиться в механическую энергию, исключая потери на удаление воды из турбины. При заданном местоположении гидростанции  $H$  есть известная постоянная величина и расход воды при заполненных водоводах практически постоянен. Так как реальная мощность гидротурбины близка к теоретической, то можно определить максимальную мощность требуемого энергетического оборудования по следующей формуле  $P_0 = \rho \cdot Q \cdot g \cdot H$ , где  $P_0$  — потенциальная энергия воды (мощность, кВт·ч);  $Q$  — объем воды, падающей на лопасть в единицу времени,  $\rho$  — плотность воды, тогда масса падающей воды равна  $\rho \cdot Q$ ,  $g$  — ускорение силы тяжести;  $H$  — высота падения воды, м. Для оценки теоретической мощности  $P_0$  необходимо знать расход потока  $Q$  и возможную высоту его падения  $H$ , называемую *напором*. Например, при  $Q = 10$  л/с и  $H = 10$  м максимальная мощность равна 1 кВт. Местоположение гидростанции должно обеспечивать достаточно высокий расход  $Q$  и высоту  $H$  (м).

Схематически размещение микро-ГЭС на плотине реки Волмянка можно представить следующим образом (рис. 3):

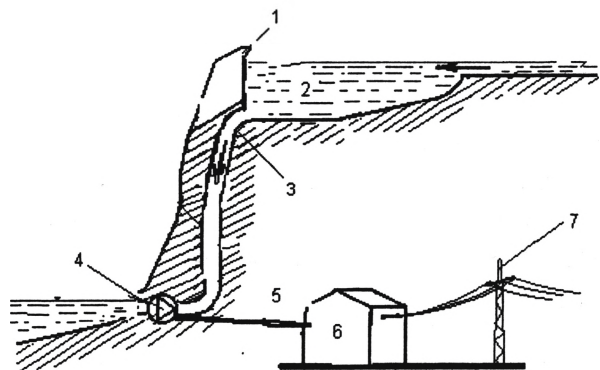


Рис. 3

Гидравлическая электростанция состоит из плотины, связанной со шлюзом 1. Водохранилище 2 водотоком 3 соединяется с турбиной 4. Электроэнергия от синхронного электрогенератора 5, соединенного с турбиной 4, поступает через пуль-

товую 6 в электросети 7. При необходимости, если энергия распределяется на повышенном напряжении, пультовая оснащается повышающим трансформатором, связанным с электрогенератором 5. Возможная выработка энергии гидростанции за определенный период — величина переменная, зависящая от расхода воды в реке. Мощность водотока даже при постоянном напоре  $H$  непостоянна. По причине несоответствия расхода воды в реке за тот или иной период требуемому количеству энергии необходимо регулировать сток воды с верхнего бьефа, то есть накапливать воду в период с небольшой нагрузкой, чтобы в дополнение к естественному стоку израсходовать этот запас в период, когда нагрузка увеличивается. Следует, однако, отметить, что гидроэлектростанции в целом не всегда обеспечивают гарантированную выработку энергии, являясь сезон-

ными электростанциями. Зимой их производительность резко падает: снежный покров и ледовые явления (лед и шуга), также как и летнее мелководье и пересыхание рек могут вообще приостановить их работу. Сезонность работы гидроэлектростанций требует дублирующих источников энергии, поэтому малые ГЭС имеют преимущественно локальное значение.

Тем не менее, малая гидроэнергетика является экологически чистой альтернативой ископаемому топливу при генерации электроэнергии и может с успехом применяться для обеспечения нужд народного хозяйства республики. Однако, использование имеющегося гидроэнергетического потенциала рек требует решения многих проблем, связанных с воздействием затопления на окружающую среду.

## ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОГЕНЕРАЦИИ В ЭНЕРГОСЕКТОРЕ ПРЕДПРИЯТИЙ

*Судиловский В.К., к.т.н., доцент, Нагорнов В.Н., к.э.н., доцент, Судиловская В.В., аспирантка*

Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов — одна из важнейших стратегических проблем экономики любой страны. Для нашего молодого государства это истина подтверждается ежедневно и ежечасно 85% импортом топлива. Как доказала теория и практика промышленно развитых стран мира за последние 25–30 лет самым эффективным путем решения этой проблемы стала когенерация. Когенерация (в СССР — теплофикация) — это комбинированная выработка в одной теплотехнической установке энергетической и тепловой энергии. При этом высокопотенциальная энергия продуктов сгорания природного газа (с температурой до 1530 °С) преобразуется в электроэнергию, а средне- и низкопотенциальная энергия отработавших в двигателе газов используется либо напрямую, например, в качестве сушильного агента, либо для выработки и отпуска тепла потребителям в виде водяного пара или горячей воды для нужд технологии, вентиляции, отопления и горячего водоснабжения. Общий коэффициент использования топлива может достигать 87–92%.

На данном этапе когенерация базируется на но-

вых технологиях с применением в качестве тепловых двигателей газотурбинных установок (ГТУ) и газопоршневых агрегатов (ГПА). Их достоинство по сравнению с ранее применявшимися паротурбинными установками (ПТУ), заключается в том, что процесс выработки электрической энергии начинается при температурах свыше 1000 °С, а не при 500–550 °С, как в ПТУ. Их энергетический КПД достигает 40 % для ГТУ и 46 % для ГПА, ПТУ — 25–36 %.

В таком случае эффективность использования энергетического потенциала природного газа возрастает более чем в два раза по сравнению с паротурбинной технологией. Удельный расход условного топлива в когенерационных установках составляет 140–160 грамм на 1 кВт-час, в то время как, например на Лукомльской ГРЭС — одной из лучших в мире, паротурбинных конденсационных электростанций на сверхкритические параметры пара — он равен 320 грамм. Таким образом, отчетливо видно, что современные когенерационные установки обеспечивают высокую экономию топлива при уменьшении себестоимости