

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 теплотвигательной 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 энергопотенциала 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

электрической и тепловой энергии, а также снижении экологически вредных выбросов.

Еще один очень значимый фактор — стоимость строительства. В зависимости от единичной мощности ГТУ и ГПА, условий размещения и компоновки удельная стоимость 1 кВт электрической мощности составляет 650–680 ам. долларов для ГТУ и 700–1000 ам. долларов для ГПА. При этом время строительства таких установок, как правило, не превышает 1 года. При существующих ценах на природный газ и тарифах на электрическую и тепловую энергию срок окупаемости 2–3 года. В отдельных случаях при неразвитой инженерной инфраструктуре на площадке строительства этот срок может доходить до 4–5 лет.

Следовательно, по важнейшим технико-экономическим показателям современные когенерационные установки на базе ГТУ и ГПА превосходят паротурбинные, характерные для 20–70-х годов XX века. Именно поэтому в ряде стран Запада когенерация (теплофикация) перешагнула 50% рубеж по выработке тепла по теплофикационному циклу и продолжают наращивать эту долю со всеми вытекающими отсюда последствиями. Причем при росте цен на природный газ преимущества когенерации увеличиваются.

В нашей республике уже имеются хорошие примеры реализации когенерации на отдельных предприятиях.

Так, первая энергетическая газотурбинная установка ГТЭ-15 начала с декабря 2003 г. эксплуатироваться на Белорусском цементном заводе (БЦЗ) в г. Костюковичи. Как известно, производство цемента является очень энергоемким — составляющая энергоресурсов в себестоимости доходит до 70%. В 1998 г. по инициативе одного из авторов этой статьи было предложено вместо прямого сжигания природного газа в топках сушильных установок БЦЗ (до 4 тыс. $\text{нм}^3/\text{ч}$ на каждой из 2 сушилок) использовать в них выхлопные газы ГТУ.

Учитывая сезонные колебания влажности исходного сырья от 20 до 32,5 % тепловой схемой когенерационной установки предусматривалась возможность использования имеющейся топки в качестве дожигающей. Предусматривалась также возможность работы ГТУ с пониженной мощно-

стью и с выхлопом в атмосферу. Работоспособность установки сушки сырья при этом сохраняется. В целом тепловая схема обладает достаточной эксплуатационной гибкостью и надежностью, и позволяет получить коэффициент использования топлива до 84–88 %. Такой вариант применения ГТУ не имеет прямых аналогов в мировой практике, что вызвало определенные трудности при проектировании.

Оборудование ГТЭ-15 было скомпоновано в блоках, предназначенных для наружной установки возле здания сушильного цеха — блок газотурбинного двигателя, генератора, топливных агрегатов, комплексного воздухоочистительного устройства и станции пожаротушения. Поставка оборудования в погодозащищенных, теплозвукоизолирующих укрытиях позволила свести к минимуму объем строительно-монтажных работ и сократить сроки строительства до нескольких месяцев.

Успешное применение ГТУ на БЦЗ с января 2004 г. позволило снизить себестоимость производства цемента на 9%, так как стоимость электроэнергии, вырабатываемой установкой, почти в 3 раза ниже покупной. В республике также имеется опыт успешного применения ГПА, например, на ОАО «Гродно. Химволокно», где с февраля 2004 г. эксплуатируются четыре ГПА фирмы GE Jenbacher электрической мощностью 2,74 МВт каждый с производством пара и горячей воды тепловой мощностью 2,86 МВт, на котельной ЖКХ в г.п. Бельниччи ГПА фирмы Caterpillar электрической мощностью 1 МВт и тепловой мощностью 1,3 МВт с декабря 2004 г. и др. Всего в когенерационном цикле на предприятиях республики находится в эксплуатации 4 ГТУ суммарной электрической мощностью 64 МВт и тепловой мощностью 122 МВт и 9 ГПА суммарной электрической мощностью 17,4 МВт.

Таким образом, накопленный в республике собственный успешный опыт эксплуатации когенерационных установок с ГТУ и ГПА на ряде крупных и малых предприятий с высокими технико-экономическими показателями позволяет значительно расширить объемы их эффективного применения в энергосекторе предприятий и фирм отраслей народного хозяйства, где используется тепло.