

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОГАЗОВОГО ТРИГЕНЕРАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА С ЛОКАЛЬНЫМИ ОЧИСТНЫМИ СООРУЖЕНИЯМИ В МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

К. О. Шкуренко, Н. Ю. Палкина

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научные руководители: Т. В. Алферова, В. В. Бахмутская

В настоящее время модернизация энергоснабжения на предприятиях на базе когенерационных или тригенерационных установок является одним из наиболее эффективных и современных направлений снижения энергетической составляющей себестоимости выпускаемой продукции. Установка когенерационных модулей на базе газопоршневых двигателей позволяет организовать максимально эффективную и гибкую схему энергоснабжения предприятия.

Для повышения эффективности энергоснабжения предприятия предлагается строительство на территории ОАО «Молочные продукты» тригенерационного комплекса электрической мощностью порядка 1403 кВт для одновременной выработки электрической, тепловой энергии и холода.

Схема тригенерационного комплекса на базе газопоршневого двигателя представлена на рис. 1.

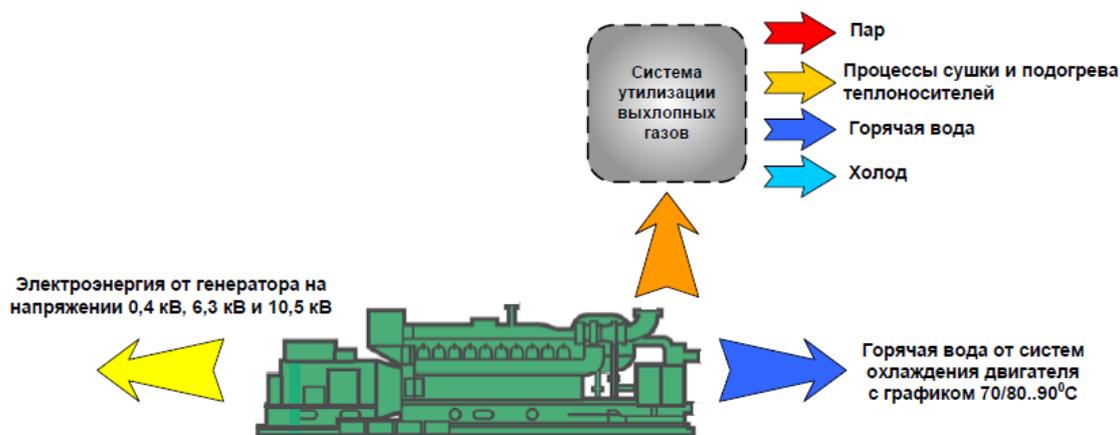


Рис. 1. Схема тригенерационного комплекса

Электрическая энергия отпускается от генератора на напряжениях 0,4, 6,3 и 10,5 в зависимости от требований электрической схемы предприятия. Тепловая энергия отпускается от когенерационного модуля двумя приблизительно равными потоками:

- низкопотенциальным потоком от систем охлаждения двигателя – охлаждение масла, охлаждение воды рубашки двигателя и охлаждение газозвдушной смеси в виде горячей воды с температурой вход/выход – 70/80...90 °С, которую можно использовать для покрытия нагрузок предприятия в горячей воде (нагрузки отопления, вентиляции, ГВС, технологическая нагрузка в горячей воде, для генерации холода в виде холодной воды с температурой +5...+7 °С и т. п.);

- высокопотенциальный поток выхлопных газов – выхлопные газы выходят из коллекторов двигателя с температурой 400...550 °С, что позволяет использовать тепловую энергию данного потока на различные цели в зависимости от типа системы утилизации: подогрев горячей воды или любого другого теплоносителя, генерация пара требуемого давления, генерация холода в виде холодной воды с температурой +5...+7 °С, использование потока выхлопных газов в качестве сушильного агента или окислителя и т. п.

В качестве электрогенерирующего оборудования предлагается когенерационная установка JMS 420 GS-N.LC производства GE Jenbacher. Модуль газопоршневого агрегата предлагается установить совместно с паровым односекционным котлом-утилизатором VAPOR, применение которого позволит генерировать пар с расходом порядка 682 кг/ч. Для генерации холодной воды с температурами 7/12 °С предлагается установить одноступенчатую абсорбционную холодильную машину BROAD BDH-65 хладопроизводительностью 663 кВт на горячей воде.

Потребление газа тригенерационным комплексом составляет от 3800 до 5000 м³ в сутки. Для обеспечения тригенерационного комплекса газом предлагается строительство локальных очистных сооружений очистки производственных и бытовых стоков предприятия ОАО «Молочные продукты». Основным субстратом для работы биогазового комплекса будут являться как сточные воды предприятия, так и сыворотка. Получаемый путем сбраживания биомассы биогаз будет использован для работы когенерационного комплекса с целью получения электрической энергии и холода.

Ориентировочные мощности составят:

- производительность локальных очистных сооружений – 2500 м³/сут;
- биогазовый комплекс – 5307 нм³/сутки биогаза.

На сегодняшний день предприятие ОАО «Молочные продукты» не имеет собственных очистных сооружений. При превышении требуемых нормируемых показателей по сточным водам к предприятию применяются штрафные санкции.

Сброс сыворотки, образующейся в процессе производственной деятельности предприятия, также осуществляется на сегодняшний день в городскую канализационную сеть.

Основные технико-экономические показатели тригенерационного комплекса представлены в таблице.

Основные технико-экономические показатели проекта

Параметр	Единица измерения	Без проекта	С учетом проекта
Число часов работы очистных сооружений, биогазового комплекса (среднее)	час/год	–	8040
Очистные сооружения и биогазовый комплекс	шт.	–	1
Количество субстрата (сточные воды + сыворотка)	м ³ /сут	2 600	2600
– сточных вод	тонн/сут	2 500	2500
– сыворотка	тонн/сут	100	100
Производство биогаза	нм ³ /сут	–	5307
	нм ³ /год	–	1777845
Теплотворная способность биогаза	кВт · ч/м ³	–	6,0
	ккал/м ³		5160,0,0
Энергетический потенциал вырабатываемого биогаза	тыс. кВт · ч/год	–	10667,1

Проблема доведения характеристик сточных вод до норм сброса в канализацию может быть решена путем применения инновационной технологии анаэробной ферментации высококонцентрированных сточных вод ООО «PENECO». Биогазовая установка для переработки сыворотки и сточных вод позволяет эффективно утилизировать отходы и получить большое количество биогаза.

Биогазовая установка состоит из модифицированного реактора со взвешенным слоем ила. Специально разработанная конструкция реактора позволяет обеспечить перемешивание взвешенного слоя ила и предотвратить образование плавающей корки. Эти свойства имеют исключительное значение для установки, поскольку в поступающем сырье имеются частицы жира и сырная пыль, что приводит в традиционных реакторах со взвешенным слоем к отложениям и образованию плавающей корки.

Преимуществами анаэробной технологии очистки с добычей биогаза являются:

- высокая степень очистки по ХПК/БПК;
- малый прирост избыточного активного ила в метантенке;
- улучшение водоотдающих свойств сброженного осадка;
- получение безопасного в санитарном отношении осадка;
- производство большого количества биогаза;
- автономность, энергетическая независимость предприятия;
- сокращение выбросов вредных веществ в атмосферу;

- длительный срок службы оборудования;
- высокий уровень автоматизации;
- низкие эксплуатационные затраты;
- короткий срок окупаемости.

При этом произведенный биогаз является альтернативой природному газу и может использоваться для внутренних нужд предприятия.

Анаэробные системы биологической очистки «PENESCO» с добычей биогаза состоят из усреднительной емкости, реактора, хранилища биогаза и аварийной газовой свечи. Высококонцентрированные стоки усредняются, доводятся до нужной температуры и подаются в предварительный реактор. В нем проходят этапы, предшествующие метанообразованию, т. е. происходит процесс приготовления стоков для подачи в метановый реактор.

Подготовленные стоки насосами подаются в метантенк, в котором в результате жизнедеятельности бактерий происходит разложение органики и образуется биогаз. Метановый реактор является газонепроницаемым, полностью герметичным резервуаром из нержавеющей стали или железобетона. Для поддержания стабильной температуры он оборудуется внутренней системой подогрева. Для уменьшения тепловых потерь предусмотрена наружная теплоизоляция. Управление работой всех очистных сооружений производится по командам от центрального программного модуля в программно-временном режиме.

После анаэробной стадии очистки уровень загрязнений в сточных водах по ХПК снижается в 8–10 раз и они могут быть направлены на биологические очистные сооружения для доочистки и последующего сброса в водоем. Образующийся экологический чистый осадок можно использовать на полях в качестве удобрения. Полученный биогаз состоит примерно на 50–70 % из метана, 30–50 % диоксида углерода и 1 % различных примесей. Биогаз накапливается и усредняется по концентрации и давлению в газгольдере. После чего очищается и подается на когенерационную установку. В результате ферментации в анаэробном реакторе происходит превращение органических загрязнений стоков в газовую составляющую. При этом концентрация ХПК, БПК уменьшается в 8–10 раз. После анаэробной стадии очистки стоки могут быть направлены на биологические (компактные) очистные сооружения. Уровень загрязнений стоков после такой очистки соответствует нормам сброса в водные объекты. Образовавшийся в результате анаэробной очистки стоков биогаз имеет содержание метана до 70 %.

Таким образом, применение энергоэффективной тригенерационной установки позволяет одновременно вырабатывать электрическую, тепловую энергию и холод. Для обеспечения тригенерационного комплекса газом предлагается строительство локальных очистных сооружений очистки производственных и бытовых стоков ОАО «Молочные продукты». Внедрив анаэробные системы биологической очистки, предприятие способно полностью обеспечить себя дешевой и качественной энергией, полученной при утилизации отходов собственного производства.