Мы управляем энергией
собственной ГПЭС

В. М. Квитко, В. Н. Снежко – ЗАО «Кубаньжелдормаш»
М. Живкович – ООО «Сигма Технолоджис»

Предприятию, имеющему собственное энергохозяйство, необходимо добиваться эффективного производства энергии. Задача эта довольно непростая, но внедрение современного энергоисточника существенно повышает рентабельность выпускаемой продукции.

ЗАО «Кубаньжелдормаш» (г. Армавир, Краснодарский край) производит оборудование для нужд железнодорожного хозяйства. Основная продукция предприятия – домкратные вагонные установки, различные средства малой механизации, такие как реечные и гидравлические домкраты, шпалоперегонщики, рихтовщики, рельсорезные и рельсосверлильные станки и т.д.

Мощность, потребляемая предприятием, составляет 1600...2000 кВт, в зависимости от наличия заказов и загрузки оборудования.

Решение о приобретении собственной электростанции было принято в 2004 году в рамках генерального плана технического перевооружения предприятия. В условиях неадекватного роста цен на электроэнергию и участившихся случаев аварий энергосистемы необходимо было обеспечить завод собственной электроэнергией. Причем, она должна отвечать требованиям европейского уровня, так как предприятие оснащено импортным производственным оборудованием, имеющим высокие требования к качеству питающего напряжения.

Дополнительным аргументом в пользу приобретения собственной электростанции была возможность использования отводимой тепловой энергии на технологические нужды и отопление производственных и бытовых помещений в зимний период.

Для решения этой задачи на первом этапе необходимо было определиться с выбором типа станции, топлива, режимов работы и, главное, – поставщика оборудования. Выбор был сделан в пользу компании GE Energy Jenbacher gas engines. Определяющими при этом стали следующие факторы:

- контейнерный вариант исполнения;
- сдача станции под ключ;
- стоимость оборудования;
- экономичность и высокий *КПД*;

- работа как параллельно с внешней сетью, так и автономно;
- наличие в России официального дистрибьютора – ООО «Сигма Технолоджис»;
- развитая сеть технического обслуживания.

Важным условием работы ГПЭС была организация ее работы в параллель с энергосистемой. Технические условия подключения разработаны ОАО «Кубаньэнерго» в мае 2005 г., однако официально были получены только в сентябре (причиной задержки стали бюрократические проволочки с подписанием договора на технологическое присоединение к сетям Кубаньэнерго). Финансирование проекта осуществлялось за счет собственных средств предприятия, инвесторы не привлекались.

В результате анализа всех технических и организационных вопросов было принято решение о приобретении электростанции, состоящей из двух агрегатов Jenbacher JMC 320 GS-N.LC.

Каждый агрегат состоит из генераторной установки, выполненной на базе газопоршневого двигателя типа J 320 GS-CO1 производства компании GE Energy Jenbacher gas engines, электрогенератора Leroy Somer LSA 52.2 VL50-4F и системы управления Dia. Ne 4-го уровня.

Электроагрегаты размещены в двух контейнерах *(фото 1)*, конструкция которых позволила смонтировать все дополнительные элементы на крыше. Контейнеры объединены в одно помещение, расположенное на открытой площадке на специальном монолитном фундаменте. За счет установки двигателя на виброосновании в контейнере «гасится» 95 % вибрации.

В отсеке управления контейнера находится шкаф вспомогательных систем (0,4 кВ) с зарядным устройством аккумуляторной батареи и шкаф управления с системой Dia. Ne.

Устройство предупреждения о загазованности постоянно контролирует циркуляционный воздух в машинном помещении, не допуская опасной концентрации газов и взрывоопасности. Устройство предупреждения о задымлении, благодаря оптической и электронной системе, обеспечивает раннее предупреждение о задымлении. Для снижения уровня шума поток выхлопных газов проводится через внешний шумоглушитель, установленный на крыше контейнера. Через встроенную в него выхлопную трубу газы выбрасываются в атмосферу.

В случае превышения допустимой температуры нагрева охлаждающая жидкость из двигателя поступает в аппарат воздушного охлаждения (АВО), установленный на крыше контейнера. Он представляет собой радиатор с шестью электроприводными вентиляторами. Энергоблок имеет также охладители газовоздушной смеси, состоящие из радиатора с двумя вентиляторами.

Двигатель J 320 GS-CO1 *(фото 2)* внутреннего сгорания (газовый двигатель Отто) – 20-цилиндровый, 4-тактный, высокоскоростной, с электроискровым зажиганием. В нем применена разработанная компанией GE Energy Jenbacher gas engines технология сжигания обедненной топливной смеси, позволяющая уменьшить содержание вредных веществ в выхлопных газах.

Применение системы управления горением предварительно обедненной топливной смеси Leanox позволяет организовать устойчивую работу оборудования. Кроме того, выбросы вредных веществ с отработавшими газами соответствуют требованиям российских и европейских стандартов ГОСТ Р 51249-99 и TA Luft. Содержание оксидов азота и углерода в отработавших газах при содержании кислорода 5 %, не более 500 мг/м^3 по NO_x и не более 650 мг/м^3 по CO.

Двигатель оснащен современной бесконтактной системой зажигания с электронным управлением и регулируемым временем воспламенения. Электронная система регулирования числа оборотов доводит их до заданного значения, обеспечивая постоянные обороты независимо от нагрузки генератора. Регуляторы числа оборотов и мощности позволяют оптимально распределить между электроагрегатами производимую электростанцией мощность.

Из газопровода топливный газ поступает в газосмеситель двигателя, там перемешивается с воздухом и подается в турбонагнетатель, установленный на выходе газосборного коллектора выхлопных газов. Воздух в газосмеситель поступает через фильтр со сменными фильтрующими патронами.

После турбонагнетателя уплотненная газовоздушная смесь, втягиваемая из газосмесителя, проходит через охладитель (смесь-вода), расположенный на двигателе. Дроссельная

Фото 1. **Энергоблоки JMC 320 GS-N.LC**

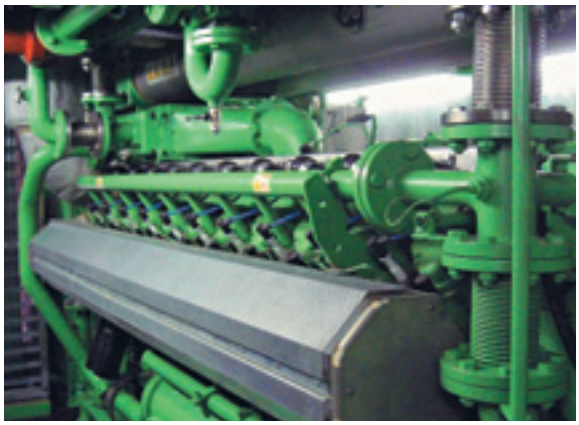

Фото 2. **Газопоршневой двигатель J 320 GS-C01**

Фото 3. **Электрогенератор LSA 52.2 VL50-4F**

заслонка, установленная на выходе охладителя, регулирует поступление смеси в линию всасывания топлива, затем она распределяется по отдельным цилиндрам.

Смазка частей двигателя производится от единого масляного контура, который используется как для смазки движущихся деталей, так и для охлаждения поршней. Заправочный объем масла в двигателе – 370 литров. Механический насос забирает масло из масляной ванны и через систему охлаждения и очищающие фильтры подает его к местам смазки, а также к форсункам охлаждения поршней двигателя. Смазка турбонагнетателя осуществляется от системы смазки двигателя через наружный трубопровод.

В контейнере агрегата размещаются два расходных маслобака свежего и рабочего масла по 300 л, из которых автоматически пополняется уровень масла в двигателе в процессе его работы. Расход масла составляет примерно 0,3 г/кВт·ч.

Для смазки двигателя используется масло BP Energol IC-DG 40, специально разработанное для газопоршневых двигателей. По экспериментально определенному графику пробы масла отсылаются на анализ в ООО «Сигма Технолоджис», где по его результатам оценивается состояние двигателя, определяются сроки замены масла.

Замкнутая система жидкостного охлаждения предназначена для отвода тепла от блока цилиндров, газовоздушной смеси, турбонагнетателя и смазочного масла. Турбонагнетатель охлаждается тем же потоком жидкости, что и блок цилиндров. Смазочное масло охлаждается при прохождении жидкости через пластинчатый теплообменник (масло-вода), установленный на двигателе. В качестве охлаждающей жидкости используется смесь воды и антифриза. Смесь подается в котел-утилизатор, установленный на крыше контейнера, где дополнительно подогревается до 90 °С выхлопными газами, предварительно прошедшими через глушитель.

Котел-утилизатор выполнен в виде трубчатого теплообменника цилиндрической формы, в котором по трубкам подаются выхлопные газы, а в межтрубном пространстве – смесь воды с антифризом. Уровень шума на расстоянии 10 м от контейнера – 65 дБ. Для снижения шума и потерь тепла глушители и теплообменники теплоизолированы.

Для отбора тепла на технологические нужды и отопление используются два пластинчатых теплообменника (ООО «Машимпекс») мощностью по 1200 кВт, которые расположены в теплопункте, рядом с энергоблоком.

Генератор Leroy Somer LSA 52.2 VL50-4F (*фото 3*) состоит из основного генератора, воз-

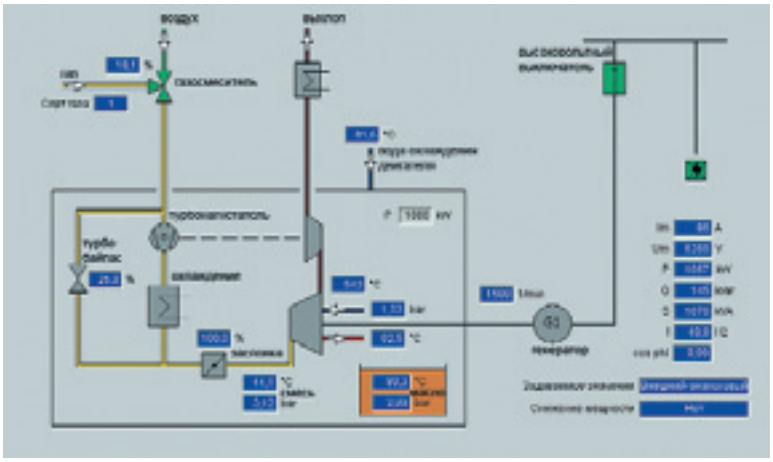

Рис. 1. **Мнемосхема энергоблока (снимок с экрана)**

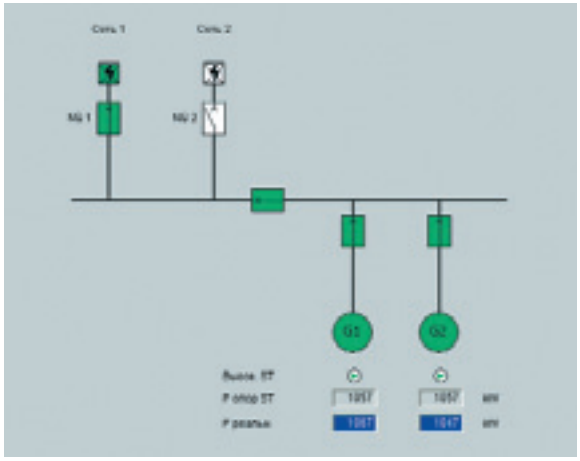

Рис. 2. **Мнемосхема ТЭС электрическая (снимок с экрана)**

будителя и регуляторов напряжения, которые питаются от дополнительных обмоток на статоре. Генератор крепится на лапах к раме энергоблока, с двигателем соединен муфтой.

Электрические характеристики генератора:

- диапазон отклонения напряжения ±5% от номинального (±10% кратковременное отклонение для синхронизации);
- стабильность статического напряжения ±1%, на холостом ходу номинальное напряжение при cos φ = 0,8 или 1;
- отклонение частоты вращения ±3% (в холодном и горячем состоянии).

Каждый агрегат имеет индивидуальную систему управления мотором – Dia. Ne (Dialog Networks), обеспечивающую визуализацию и управление. Она размещается в шкафу управления в отсеке контейнера.

Рабочее место оператора находится в специальном помещении, в непосредственной близости от энергоблоков. На экран оператора выводится функциональная сводка показаний измерения рабочих параметров, одновременно осуществляется их графическая обработка. На экране высвечиваются все сообщения, в том числе аварийные.

Центральное управление электроагрегатом представляет собой промышленную систему, работающую в режиме реального времени. Она выполняет все задачи по управлению энергоблоком в процессе эксплуатации (подготовка к запуску, запуск, останов, завершающий цикл охлаждения, управление вспомогательными и аварийными режимами работы), а также все функции регулирования. На экране отображается четкое функциональное обобщение измеряемых параметров в виде графиков и цифровых значений. Обслуживание осуществляется через поля выбора экрана и функциональные клавиши.

Блоки управления агрегатами подключены по локальной сети к серверу Dia. Ne WIN с выдачей информации на центральный дистанционный пульт. Они имеют мощную систему внутренней диагностики с фиксацией уровня параметров и времени события, что позволяет оперативно и эффективно управлять агрегатами.

Природный газ подается через газорегуляторный шкафный пункт – ГРПШ (ОАО «Газаппарат», г. Саратов), где установлен фильтр тонкой очистки. Учет газа производится счетчиком с электронным корректором и дистанционной передачей данных.

Для присоединения электростанции к энергосистеме и сетям электроснабжения завода построено ЗРУ-6кВ, оснащенное сборными камерами одностороннего обслуживания (ЗАО «Импульс», г. Чебоксары). Камеры укомплектованы вакуумными выключателями ВВ/ТЕЛ и электронной защитой Sepam (Schneider Electric).

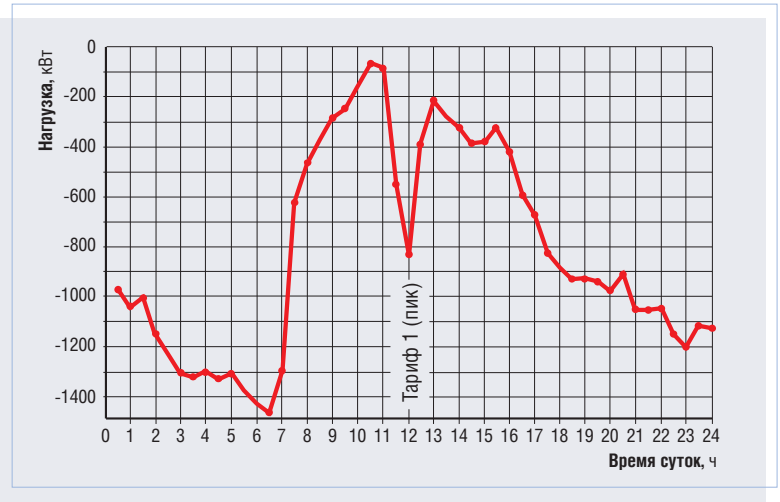

Рис. 3. **Суточный график электрической нагрузки предприятия**

Для подключения в параллельную работу с сетью в электростанции применена система точной синхронизации. Подключение к сети происходит при нулевой мощности с постепенным ее наращиванием (темп набора 0,2 %/с). Таким образом, система практически не чувствует подключения электростанции в параллель. Регулирование мощности осуществляется изменением возбуждения. Интересной особенностью проекта является применение новейшей, разработанной GE Energy Jenbacher gas engines системы мастер-синхронизации. Она обеспечивает в автоматическом режиме:

- переход на резервный режим при нарушении электроснабжения по основному вводу;
- переход на автономный режим с распределением мощности по работающим агрегатам при пропадании сети;
- запуск или останов агрегатов в автономном режиме в зависимости от нагрузки;
- подключение в параллельную работу с сетью при ее восстановлении (на любом из вводов) в режиме ресинхронизации.

На *рис. 3* приведен суточный график электрической нагрузки предприятия, на котором видны сбросы, набросы, пики нагрузки в течение суток. При этом в штатном режиме электростанция работает круглосуточно с номинальной нагрузкой параллельно с сетью, излишки экспортируются в сеть сторонним потребителям.

Электростанция введена в эксплуатацию в октябре 2006 года. На 9 августа текущего года энергоблоки выработали в общей сумме более 14 000 МВт электроэнергии.

ООО «Сигма Технолоджис» – официальный дистрибьютор GE Energy Jenbacher gas engines в России
119071, Москва, ул. Малая Калужская, д. 15, стр. 33
Тел. +7 (495) 935-78-35, факс +7 (495) 935-78-88
info@sigmat.ru, www.sigmat.ru