



# Автономная теплоэлектростанция

для предприятия  
непрерывного цикла

**Л. А. Городцов – FG Wilson (Engineering) Ltd, С.-Петербург**  
**А. В. Тоток, И. В. Аколлер – ООО «Электросистемы»**

**Электростанция для рыбоперерабатывающего завода в г. Салехарде позволила организовать полностью автономное обеспечение предприятия электрической и тепловой энергией с высокой степенью надежности.**

**В** настоящее время Салехард – это город с острым энергодефицитом. Энергоснабжение промышленных объектов и городской инфраструктуры обеспечивают дизель-генераторная и газотурбинная (недавно введенная в эксплуатацию) электростанции, мощностей которых явно недостаточно для растущего потребления электрической и тепловой энергии.

Заказчиком теплоэлектростанции (ТЭС) выступило ООО «Салехардский комбинат» (ЯНАО). Генподрядчиком и генпроектировщиком по строительству ТЭС была выбрана фирма «Электросистемы» – официальный дилер компании FG Wilson (Engineering) Ltd., С.-Петербург.

Перед тем как принять решение о создании собственной электростанции, Заказчиком был сделан полный экономический расчет стоимости подключения к энергосистеме и собственного производства энергии. За последний вариант были как аргументы экономической

эффективности, так и надежности в обеспечении электрической и тепловой энергией.

ТЭС создана на базе газопоршневых установок PG750B производства фирмы FG Wilson (Engineering) Ltd., Великобритания. Они работают в когенерационном цикле и являются единственным источником электроснабжения и основным источником теплоснабжения нового предприятия. Для бесперебойного снабжения потребителей теплом и горячей водой (90...65 °С) в составе ТЭС используется водогрейная котельная модульного исполнения с котлом UNIMAT UT-4 компании Loos-International.

## **Экономика проекта**

Установленная электрическая мощность газопоршневой установки составляет 1500 кВА, дизель-генераторной – 500 кВА. Напряжение на клеммах генераторных установок – 0,4 кВ. Тепловая мощность утилизации газопоршневой установки – 1770 кВт, котельной, работающей в пиковом режиме, – 1000 кВт.

Согласно расчетам, удельные капитальные затраты по основному генерирующему оборудованию составили \$800 за один кВт электрической мощности. Удельные затраты при вы-

полнении работ под ключ (проектирование, поставка, монтаж, пусконаладочные работы, сдача объекта в эксплуатацию) – \$1250 за кВт электрической мощности. Себестоимость производства электрической энергии составила 0,56 р./кВт·ч; тепловой – 173,5 р./Гкал.

Среднегодовые эксплуатационные затраты (топливный газ, смазочное масло, заработная плата, ЗИП, техническое обслуживание, отчисления на социальное страхование, инфляция) планировались из расчета \$144 тыс. Экономия от эксплуатации автономного источника энергии должна составить \$430 тыс. в год (85% электрическая и 15% тепловая энергия).

Предполагаемый срок окупаемости капитальных затрат на строительство энергоблока составит три с половиной года (простой срок), дисконтированный, при ставке сравнения 8%, – 3 года 8 месяцев.

### Состав теплоэлектростанции

В ТЭС (фото) входят функционально взаимосвязанные сооружения в контейнерном исполнении:

- газопоршневая электростанция, состоящая из двух полностью смонтированных блоков (ЭГПК 600.3 – «Север 45» №1 и №2) с установками PG750B номинальной мощностью по 600 кВт (750 кВА). Они поставлены с системой полной утилизации тепловой энергии (тепло снимается с рубашки двигателя и выхлопных газов) и возможностью параллельной работы между собой;
- резервная дизельная электростанция (ЭДК400.2 – «Север 20») электрической мощностью 400 кВт;
- модульная котельная (МКУ 1000.2 – «Север 40») на базе котла UNIMAT UT-4 тепловой мощностью 1000 кВт (0,86 Гкал·ч) с комбинированной горелкой RGL 7/1-D исп. ZMD фирмы Weishaupt (Германия);
- низковольтное комплектное распределительное устройство (МНКУ 1600.2 – «Север 25»);
- газораспределительный пункт, включающий две линии редуцирования давления топливного газа.

Установки PG750B оснащены газопоршневыми двигателями серии 4012TESI LC производства фирмы Perkins. Их изготовление началось в 1995 году, и с тех пор двигатели этого типа постоянно модернизируются с целью снижения уровня выбросов вредных веществ. Внедряются новые электронные системы управления, продолжаются работы по повышению надежности. В настоящее время наработка до капитального ремонта двигателей этой серии составляет не менее 48 000 моточасов.

Для проекта в Салехарде были выбраны 12-цилиндровые V-образные двигатели с рабочим объемом 45,8 литров и степенью сжатия 9,5. Они имеют электронные системы управления подачей газозооушной смеси в цилиндры двигателя и зажиганием.

Кроме стандартного режима управления зажиганием, электронная система имеет такую функцию, как корректировка штатного угла опережения зажигания при возникновении детонации. Это может проявляться при резком набросе или сбросе большой нагрузки на энергоустановку, а также при изменении состава газа (с возможным снижением его метанового индекса). Двигатели этого типа отличаются высокой надежностью, что является важным условием при их эксплуатации в отдаленных регионах.

В данном проекте применены низковольтные четырехполюсные синхронные генераторы LL7014P напряжением 400 В (производство фирмы Leroy Somer, Франция) и частотой вращения 1500 об/мин.

### Описание ТЭС

Теплоэлектростанция состоит из отдельных контейнерных блок-модулей. Они были специально разработаны для эксплуатации в северных условиях (до минус 50 °С).

Контейнер представляет собой цельнометаллическую сварную конструкцию в водонепроницаемом исполнении, с металлическим настилом пола. Боковые и торцевые стенки контейнера изготавливаются из специального гнутого профиля толщиной 1,5...2 мм с вертикальным расположением гофр, обшивка крыши – из 2-мм штампованного профиля с поперечным расположением гофр. Для утепления контейнера используется базальтовая или минеральная вата толщиной 100 мм.

В зависимости от назначения и исполнения в корпусе контейнера предусмотрены воздушные клапаны приточно-вытяжной вентиляции, двери и монтажные проемы, выхлопной газоход, а также технологические проемы и отверстия



С Фото ТЭС (слева направо): «пиковая» котельная, генераторные установки PG750B и резервный дизель-генератор. На переднем плане – контейнер с НКУ

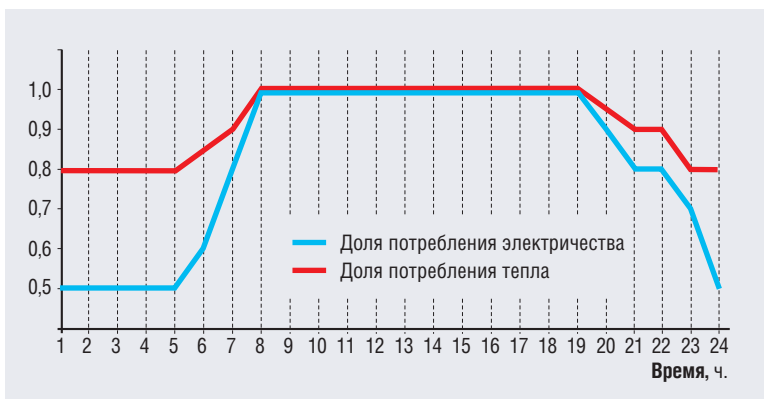


Рис. Среднее долевое потребление энергии в течение суток

для подключения внешних коммуникаций (силовые и контрольные кабели, заправка и слив ГСМ, вентиляция, кондиционер и др.).

Изготовление контейнеров и пакетирование оборудования в них осуществляло ООО «Электросистемы» (С.-Петербург). На объект были поставлены блок-модули заводской готовности и смонтированы на подготовленную фундаментную площадку. Монтаж оборудования был сведен к внешней обвязке инженерных систем блок-модулей и подключению их к системе наружного газоснабжения, а также к системам тепло- и электроснабжения рыбоперерабатывающего завода. Данное проектно-инженерное решение позволило сократить общие сроки строительства ТЭС.

Газопоршневые установки оснащены цифровыми панелями управления серии 6200 производства фирмы FG Wilson (Engineering) Ltd. Панели этого типа допускают автоматическую синхронизацию между собой до 8 энергетических установок различной мощности — для работы как на общую, так и на разделенные нагрузки. При этом возможен не только удаленный мониторинг параметров отдельных установок и всей ТЭС, но и управление энергоагрегатами и системой.

Теплоэлектростанция полностью автоматизирована (3-я степень автоматизации, ГОСТ 14228-80). Система дистанционного управления включает подсистему мониторинга, расположенную в отдельном помещении производственного здания.

Тепловая схема ТЭС предусматривает общую автоматизированную параллельную работу систем утилизации тепловой энергии от газопоршневых агрегатов и котельной. Для этого применена четырехтрубная система с независимым подключением к источнику теплоснабжения:

- горячее водоснабжение с резервированием по теплообменному оборудованию;
- система отопления и вентиляции с коэффициентом запаса по площади теплообмена 1,5.

Расчетные электрические нагрузки для энергоблока составляют 665 кВт, диапазон

изменения нагрузки находится в пределах от 180 до 1150 кВт. Максимальные тепловые нагрузки: отопление — 0,6 Гкал·ч; вентиляция — 0,53 Гкал·ч; горячее водоснабжение — 0,48 Гкал·ч. График потребления тепловой (во время отопительного сезона) и электрической энергии в течение суток представлен на рис.

Как видно из графика, рыбоперерабатывающий комбинат — предприятие непрерывного производственного цикла, и гарантированное энергоснабжение для технологического процесса здесь необходимо круглосуточно.

Среднегодовые коэффициенты электрической и тепловой загрузки энергоблока составляют 0,622 и 0,547 соответственно. Коэффициент использования электрической мощности установки 0,634; тепловой — 0,554.

Как показывают цифры, оборудование имеет высокую степень резервирования как по электрической, так и по тепловой мощности. Резервная дизельная электростанция, входящая в состав энергоблока, повышает надежность системы в целом.

Дизель-генераторная установка (ДГУ) мощностью 400 кВт обеспечивает резервирование пиковых нагрузок завода и собственных нужд ТЭС в случае аварии или во время обслуживания газопоршневых установок. При наружных температурах ниже  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  для надежного и гарантированного запуска ДГУ и приема нагрузки через 10 секунд в контейнере всегда поддерживается плюсовая температура. Двигатель дизель-генераторной установки имеет систему автоматического подогрева охлаждающей жидкости.

## Особенности проекта

Проект выполнен под ключ в относительно короткие сроки. Это комплексное решение проблемы снабжения отдельного промышленного объекта электрической и тепловой энергией с применением рационального сочетания разнотипного энергетического оборудования: когенерационных установок на базе газопоршневых электроагрегатов, котельной и резервного дизель-генератора.

Достоинством подобного рода проектов является взвешенный учет особенностей потребителей электрической и тепловой энергии, а также условий эксплуатации оборудования на Крайнем Севере. Несмотря на рекордно низкие температуры прошедшей зимы, генераторные установки обеспечили бесперебойную выработку электроэнергии и тепла для предприятия. К настоящему времени они имеют наработку более 3000 часов. ■