

# Газопоршневая электростанция мощностью 8 МВт для Вынгапуровского ГПЗ

In brief  
aaad.  
pppp

**А. В. Банокин, А. Ю. Слонов – ЗАО «Элтеко Глобал»**

Электростанция собственных нужд Вынгапуровского газоперерабатывающего завода (ВГПЗ) полностью обеспечивает потребности предприятия в электрической и тепловой энергии. ГПЭС состоит из четырех генераторных установок Petra 2500 и работает на сухом отбензиненном газе. Общая электрическая мощность станции составляет 8 МВт.

**К**омпания «Сибур», которой принадлежит ВГПЗ, уделяет большое внимание модернизации существующих производств и строительству новых технологичных предприятий в Западной Сибири. Вынгапуровский газоперерабатывающий завод решает множество проблем, связанных с использованием попутного нефтяного газа (ПНГ), добываемого на ямальских месторождениях. Здесь перерабатывается попутный газ с месторождений ООО «Газпром нефть» с получением сухого газа и широкой фракции углеводородов.

В конце 2010 – начале 2011 гг. при строительстве ВГПЗ (на месте одноименной компрессорной станции) было определено техническое задание на создание под ключ газопоршневой электростанции собственных нужд.

Согласно требованиям ТЗ, станция должна работать параллельно с энергосистемой ООО «НоябрьскЭнергоНефть». Электрическая мощность от РУ 6,3 кВ ГПЭС, где осуществляется синхронизация и разделение нагрузки с внешними сетями, подается на распределительную станцию КРУ 6 кВ Вынгапуровской КС. При реализации проекта предусмотрено резервное электроснабжение от сети «Тюменьэнерго» с разрешенной мощностью 2100 кВт. ГПЭС

также может эксплуатироваться автономно (при авариях в энергетической системе).

Электростанция размещается в условиях сурового северного климата: минимальная температура воздуха составляет  $-57^{\circ}\text{C}$ , максимальная –  $+34^{\circ}\text{C}$ . Исходное и резервное топливо для двигателей – сухой отбензиненный газ из системы топливного газа ГПЗ. Давление перед БПТГ составляет 0,5...1,0 МПа. Компонентный состав газа дан в табл. 1.

Низшая теплота сгорания топлива составляет 11742 ккал/м<sup>3</sup>, высшая теплота – 12882 ккал/м<sup>3</sup>. Исходя из данных условий, перед компаниями, участвующими в тендере, были поставлены следующие задачи:

- обеспечить работу газовых двигателей на сухом отбензиненном газе в условиях Севера;
- обеспечить полностью автоматический режим работы ГПЭС;
- спроектировать и построить ВРУ ГПЭС 6 кВ для параллельной работы с внешней сетью «Тюменьэнерго» и распределительной сетью 6 кВ ВГПЗ;
- применить разделительные трансформаторы (4x2500 кВА).

Кроме того, систему охлаждения двигателей нужно было выполнить с разделительными теп-

лообменниками, чтобы обеспечить необходимую плотность антифриза в двигателе и сухих градирнях для работы в условиях крайне низких температур. Необходимо было также обеспечить сбор конденсата из топливного газа во внешнюю емкость. Должна быть предусмотрена емкость для сбора отработанного масла, а также единая автоматическая система долива моторного масла с подогревом и сигнализацией объемом 8 м<sup>3</sup>. Система АСУ ТП должна включать весь объем управления, сбора и передачи информации, работать в автоматическом режиме и дистанционно управляться как с ЦПУ ВППЗ, так и по модемной системе.

Проектирование ГПЭС включало в себя весь комплекс инженерных и изыскательских работ, подготовку рабочей документации, прохождение экспертизы и необходимых согласований. В мае 2012 года проектная документация по строительству электростанции на Вынгапуровском ГПЗ (Ноябрьский ГПК), разработанная специалистами ЗАО «Элтеко Глобал», получила положительное заключение в ФАУ «Главгосэкспертиза России».

## Особенности проекта

Внешние электрические сети не имеют технической возможности передавать более 2100 кВт, при этом установленная электрическая мощность завода 4,5 МВт. Это обусловило повышенные требования к организации ВРУ 6 кВ в части автоматики и безопасности электроприемников ВППЗ, обеспечиваемых по 1-й и 2-й категории электроснабжения. В отличие от других аналогичных объектов, где генерирующие мощности подключаются к ВРУ предприятия, в данном проекте вводные фидеры внешней сети «Тюменьэнерго» подключены на секции шин ВРУ ГПЭС. Питание завода осуществляется через РУ и КЛ станции, система АСКУЭ завода интегрирована с ГПЭС. Распре-

делительное устройство собрано на базе высоковольтных ячеек производства Schneider Electric, а НКУ 0,4 кВ – на базе устройств компании ABB, разделительные и понижающие трансформаторы изготовлены фирмой BEZ (дочернее предприятие Siemens).

Согласно полученным от ООО «Ноябрьск-Энергонефть» ТУ на технологическое присоединение, были разработаны системы релейной защиты и автоматики (РЗА), АРУ, ДАЧН, АСУ ТП, АСКУЭ (автоматизированная система коммерческого учета энергии). Проект согласован с ЕЭС «Тюменское РДУ», разработана и внедрена методика испытаний, проведены комплексные испытания и сдача ГПЭС в эксплуатацию органам Ростехнадзора РФ.

Учитывая, что завод строился на территории действующей компрессорной станции (без ее остановки), компания «Элтеко Глобал» применила оригинальное компоновочное решение, разработав модульную конструкцию ГПЭС. Это позволило максимально компактно разместить оборудование и выполнить монтаж и наладку станции в кратчайшие сроки, обусловленные коротким сибирским летом.

Весь цикл строительства – от расчистки площадки до полной сдачи объекта (включая инженерные сети, дороги и благоустройство) – занял менее трех месяцев. И в этом немалая заслуга словацкой компании Elteco a.s. (г. Жилина), которая полностью изготовила все модули ГПЭС, включая вспомогательные и хозяйственные, а также выполнила инженерные подключения, сопровождение подробной технической информацией и инструкциями. Модули доставлялись автомобильным транспортом непосредственно на строительную площадку и поступали сразу в монтаж. В результате был создан самый сложный комплекс. Перечень комплекта оборудования заводской готовности представлен в табл. 2.

Табл. 1. Компонентный состав газа

| Компоненты                                    | объем, % |
|-----------------------------------------------|----------|
| Метан (CH <sub>4</sub> )                      | 85,52    |
| Этан (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )         | 11,79    |
| Пропан (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )       | 0,73     |
| Изобутан (i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )  | 0,01     |
| Н-бутан (n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )   | 0,01     |
| Изопентан (i-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> ) | 0,00     |
| Н-пентан (n-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> )  | 0,00     |
| Углекислый газ (CO <sub>2</sub> )             | 0,53     |
| Сумма гексанов                                | 0,00     |
| Азот (N <sub>2</sub> )                        | 1,38     |

Массовая концентрация сероводорода – < 0,0003 г/м<sup>3</sup>  
Массовая концентрация меркаптановой серы – < 0,0003 г/м<sup>3</sup>

Табл. 2. Перечень комплекта оборудования заводской готовности

| Наименование                                              | Кол-во, шт | Габариты (ДхШхВ), м | Масса, кг |
|-----------------------------------------------------------|------------|---------------------|-----------|
| Контейнер ЭГУ                                             | 4          | 12,1 x 2,4 x 3,3    | 40        |
| Контейнер вентиляции                                      | 4          | 15,0 x 2,4 x 3,3    | 20        |
| Контейнер ДГУ                                             | 1          | 12,1 x 2,4 x 3,3    | 24        |
| Блок-здание ГСМ                                           | 1          | 12,1 x 2,4 x 3,3    | 18        |
| Блок-здание КРУ 6 кВ                                      | 1          | 12,1 x 2,4 x 3,3    | 18        |
| Блок трансформаторов собственных нужд                     | 1          | 12,1 x 2,4 x 3,3    | 27        |
| Блок разделительных трансформаторов                       | 2          | 12,1 x 2,4 x 3,3    | 32        |
| Блок подготовки топливного газа (БПТГ)                    | 1          | 13,5 x 2,4 x 2,7    | 12        |
| Модуль операторной, хозяйственно-бытовой                  | 1          | 6,1 x 5,9 x 3,3     | 4,5       |
| Подземная емкость для сбора конденсата                    | 1          | 5,0 x 1,8           | 6         |
| Подземная емкость для сбора отработанного моторного масла | 1          | 6,0 x 2,0           | 3,4       |



Для работы ГПЭС также были построены инженерные сети и системы – кабельная линия 6 кВ от станционного РУ 6 кВ ГПС до ячеек КРУ 6 кВ Вынгапуровской КС, сеть охранно-пожарной сигнализации, кабельная линия связи. Проложен трубопровод топливного газа от сепарационной установки до БПТГ, трубопровод дренирования газоконденсата в существующие подземные емкости. Обеспечен электрообогрев наружного газопровода, маслопровода и конденсатопровода.

На специальной площадке установлены емкости для хранения и сбора отработанного масла, сбора конденсата объемом по 8 м<sup>3</sup>, блок насосной, склад ГСМ с навесом для хранения масла в таре. Для обслуживания станции построена автомобильная дорога, для покрытия которой использованы плиты размером 2х6 м.

### Объемно-планировочные и конструктивные решения

Архитектурная структура станции основана на эффективном использовании полезных площадей, а также высоты здания ГПЭС для максимально компактного размещения основного оборудования. Станция представляет собой комплекс модулей различного назначения, сведенных воедино.

Здание станции в плане имеет габариты 40х12 м. Степень огнестойкости машинного зала – II по СНиП 21-01-97. Модули выполнены из блоков, монтируемых на площадке согласно проекту привязки. Основное технологическое оборудование выполнено в контейнерах «Арктик» согласно ГОСТ 15150-69. Конструкция контейнера обеспечивает:

- прочность и жесткость конструкции;
- безопасность выполнения грузочно-разгрузочных и транспортных операций;
- выполнение требований пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004.

ГПЭС  
Вынгапуровского ГПС



- водонепроницаемость при закрытых дверях, крышках вентиляционных и монтажных проемов.

Основание контейнера изготовлено из стальных балок. Несущий корпус со стенками выполнен из профилированных оцинкованных стальных листов толщиной 1,5 мм с теплоизоляцией из негорючего материала толщиной 100...120 мм. Корпус закрыт оцинкованными листами толщиной 1,5 мм, сваренными сплошным швом. Крыша контейнера изготовлена из стальных листов толщиной 1,5 мм – ее конструкция обеспечивает беспрепятственный сток воды и удаление снега.

Рама контейнера усилена, предусмотрены закладные устройства для монтажа и крепления энергетического и вспомогательного оборудования. Пол выполнен из рифленых стальных листов толщиной 4 мм, его конструкция обеспечивает полный сток жидкости в экологические ванны со сливными отверстиями, закрываемыми снаружи контейнера заглушками. Обеспечена полная водонепроницаемость пола, включая места стыка его элементов.

Блоки имеют влагонепроницаемое подпольное пространство с теплоизоляцией из негорючего материала толщиной 160 мм, закрытого металлическими оцинкованными листами, сваренными сплошным швом между собой и по периметру основания контейнера.

Конструктивно каждый монтажный блок представляет собой металлический каркас с кровлей из панелей толщиной 168...367 мм (для утепления используется теплоизолирующий материал «Нобасил» толщиной 100 мм) и основанием – утеплителем является закрытый с обеих сторон металлическими листами пенополиуретан общей толщиной 160 мм.

Наружные и внутренние стены монтажных блоков выполнены из стеновых панелей толщиной 100 мм, имеющих предел огнестойкости Е120. Внутренние стены отделяют отсеки категории «А» по взрыво- и пожароопасности (блок ДГУ, Petra 85С) друг от друга и от других отсеков, а также отсек подготовки теплоносителя от соседних отсеков. Выхлопные трубы теплоизолированы материалами с температурой применения не менее 500 °С.

Табл. 3. Технические показатели работы ГПЭС

| Показатели                                  | Значение |
|---------------------------------------------|----------|
| Единичная электрическая мощность ГПА, кВт   | 1 800    |
| Суммарная электрическая мощность, кВт       | 7 200    |
| КПД (электрический), %                      | 38       |
| Расход газа на один ГПА, м <sup>3</sup> /ч  | 484      |
| Расход масла, г/кВт·ч                       | 0,05     |
| Марка применяемого масла (Mobil Pegasus), л | 500      |

В контейнере установлен распределительный щит собственных нужд (НКУ). В качестве защитной меры электробезопасности для сетей собственных нужд трехфазного и однофазного тока применена система TN-C-S. Фундамент здания выполнен из буронабивных свай-стоек.

## Описание энергоблока

Энергоблоки станции созданы компанией Eltesco на базе надежных и эффективных двигателей TCG2020V20 производства MWM и электрогенераторов DIG 130 K4, изготовленных фирмой AvK.

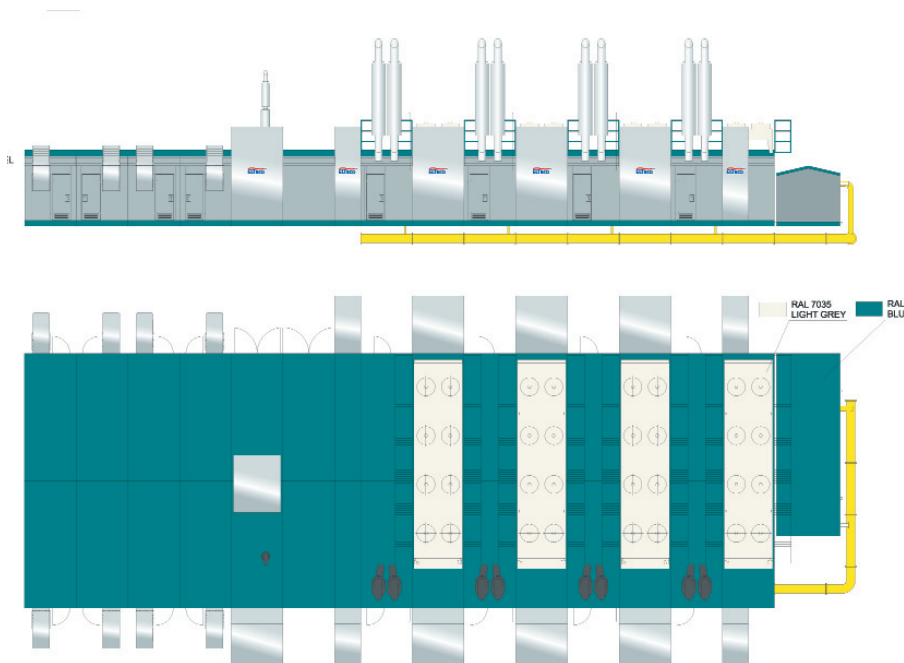
Двигатель TCG2020V20 имеет турбонаддув и двухступенчатое охлаждение, технологию 4-клапанной индивидуальной головки для каждого цилиндра. Содержание вредных веществ в отработавших газах регулируется изменением температуры в камере сгорания. Привод характеризуется длительными межремонтными интервалами и удобством обслуживания.

Применение технологии сжигания обедненной смеси сокращает содержание вредных веществ в выхлопе. Двигатели оснащены газоздушным смесителем, что исключает потери давления в процессе образования топливной смеси. Антидетонационная система, наряду с системой зажигания Altronic Deutz, работает индивидуально для каждого цилиндра.

Установки адаптированы к переменному точному графику электрической нагрузки. Компания гарантирует работу установки на нагрузках от 50 до 100 % без каких-либо ограничений срока эксплуатации. Обеспечена возможность проводить по одному пуску агрегата в сутки (остановка ТЭС на ночь и пуск утром) без сокращения моторесурса. Установки работают как автономно, так и параллельно с внешней сетью, в режиме прямой и обратной синхронизации. Энергоблоки имеют высокую удельную электрическую мощность — 112,9 кВт/т и низкий удельный расход топлива газа — 0,233 м<sup>3</sup>/кВт·ч.

Система электронного управления станцией выполнена на базе комплексных мультипроцессорных управляющих контроллеров ComAp IntelliSys (на каждый энергоблок), обеспечивающих требуемый режим эксплуатации, мониторинг и эффективную нагрузку. Система электронного управления двигателя — Total Electronic Management (ТЕМ) осуществляет контроль и мониторинг всех функций и собственных нужд агрегата и генератора.

В ВРУ ГПЭС установлен э/шкаф оперативного переключения, оснащенный контроллерами ComAp IntelliMains, отключающих ГПЭС от энергосистемы при отклонении частоты и напряжения от заданных параметров. При этом

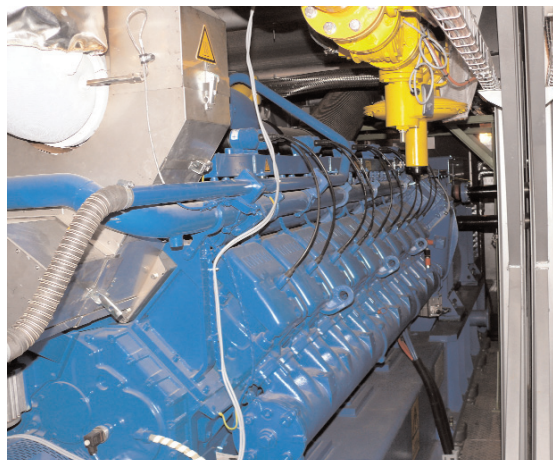


План ГПЭС

вводные выключатели отключаются, происходит отсоединение от энергосистемы и переход ГПЭС в островной режим работы при любом количестве (от 1 до 4) действующих газопоршневых энергоблоков.

На КРУН 6 кВ электростанции в шкафу оперативного переключения контроллеры IntelliMains управляют вводными выключателями в ячейках Schneider SM6 и секционным выключателем. На каждую из ячеек установлен отдельный контроллер ComAp IntelliMains, с общей связью и блокировками, что гарантирует безопасность работы системы. Также каждый генератор и выключатели генератора оснащены своим контроллером ComAp IntelliSys, обеспечивающим защиту генератора и его оперативное отключение при отклонениях по частоте, напряжению, току, перекосу фаз и другим параметрам от заданных условий.

В управляющих контроллерах IntelliMains и IntelliSys энергоблоков ГПЭС также предусмотрены защиты: падение и превышение напряже-



Газопоршневой двигатель TCG2020V20



→ Система  
управления станцией

→ КРУН 6 кВ



Аккредитив представляет собой условное денежное обязательство банка, выдаваемое им по поручению покупателя в пользу продавца, по которому открывший счет банк (эмитент) может произвести платежи продавцу или дать полномочия другому банку произвести такие платежи при наличии документов, предусмотренных в аккредитиве, и при выполнении других условий аккредитива.

Некоторые основные преимущества документарных аккредитивов:

- высокая степень защиты от рисков для всех участников сделки;
- быстрое и беспрепятственное осуществление платежа;
- альтернатива авансовому платежу;
- дешевле, чем денежный кредит;
- оплата осуществляется только по факту отгрузки (и даже с отсрочкой), контроль банка за выполнением условий поставки в рамках полномочий по аккредитивам;
- при подтверждении первоклассным банком интересы защищены на 100 %, что позволяет снизить цену на продукцию.

ния, частоты, перегрузки, несимметричной нагрузки по току и напряжению.

Для всех режимов работы сети рассчитана карта уставок релейной защиты КРУН 6 кВ. При любых коротких замыканиях во внешней сети релейной защитой отключаются выключатели в вводных ячейках КРУ 6 кВ ГПЭС, и станция переходит в автономный режим работы.

Основные задачи управления разделены по таким направлениям: измерение, сбор, архивирование, визуализация, контроль и регулирование. В системе имеются интерфейсы для соединения с АСУ ТП верхнего уровня, обеспечивающей управление работой оборудования. С помощью устройства визуализации системы управления, оснащенного полноцветным сенсорным дисплеем с русскоязычным интерфейсом, обеспечивается доступ ко всем функциям.

Благодаря широкому выбору опций система может быть адаптирована для различных видов топлива. Собственная электронная система управления станцией обеспечивает работу в параллель до восьми и более агрегатов. Энергоблоки имеют высшую, 4-ю степень автоматизации.

Генератор *DIG 130 K4* состоит из основного генератора (машина с вращающимся индуктором), агрегата возбуждения (машина с вращающимся якорем) и регулятора напряжения с cosφ-регулятором, который управляется вспомогательной обмоткой на основном статоре.

Генератор обеспечивает регулирование напряжения  $\pm 5\%$  (номинальное), точность статического напряжения  $\pm 1\%$  при отсутствии нагрузки до полной нагрузки и коэффициенте мощности 0,8–1,0. Генератор может использоваться для параллельной работы с сетью электроснабжения и другими генераторами.

Сердечники статора изготавливаются из высококачественной стали с изоляцией между листами. Механическая конструкция корпуса рассчитана на жесткие условия эксплуатации и обеспечивает достаточную вентиляцию для охлаждения обмоток. Шаблоновые обмотки

усилены ребрами и подпорками, которые позволяют выдерживать динамические напряжения, возникающие под действием электродинамических сил.

Обмотки явнополюсных роторов закреплены клиньями и креплениями лобовых частей, чтобы обеспечить устойчивость к центробежным силам. Предусмотрены успокоительные (демпферные) обмотки для уменьшения пульсации генератора и смягчения воздействий, вызываемых несбалансированными нагрузками.

## Финансирование проекта

Финансовая схема проекта отличалась от стандартно принятой: использовалась такая форма расчетов за оборудование, как аккредитив. При реализации данного проекта заказчик выставлял генподрядчику безотзывной, непокрытый (подтвержденный) аккредитив. Отдельным приложением определялся порядок открытия и выплат по аккредитиву, порядок и условия возмещения комиссионных и иных выплат.

В качестве банка-эмитента выступил Газпромбанк, подтверждающий банк – «Юникредит Банк». Ранее компания «Элтеко Глобал» не раз использовала схему оплаты с помощью аккредитива, но в договорах, заключаемых напрямую с заводом-производителем Elteco a.s. (Словакия) и заказчиком. В данном проекте такая схема подтвердила свою состоятельность: ее применение было выгодно для обеих сторон в рамках отношений между двумя организациями – резидентами РФ.

Вынгапуровский ГПЗ является современным высокотехнологичным предприятием непрерывного цикла. Большая часть потребителей электроэнергии имеют первую категорию. Поэтому ввод электростанции собственных нужд решает две задачи: повышение надежности энергоснабжения предприятия и снижение себестоимости выпускаемой продукции. **Д**