

# Мини-ТЭС нового поколения для тепличного комплекса в Свердловской области



## In brief

**New generation power station for green-house complex in Sverdlovskaya Region.**

*Green-house complex of UGMK-Agro Ltd. is equipped with new power supply system developed on the base of GE Jenbacher gas engines. Main power equipment for the station was supplied by GreenTech Energy. The development of the project and construction of the station was carried out by FITO company. The first stage of the station was commissioned at the end of 2017.*

*Electric output of the station is 26.4 MW, thermal output is 24.52 MW. It was developed on the base of six GE Jenbacher JMS 624GS-H01 gas engine plants each rated at 4401 kW with thermal output of 4087 kW. Total efficiency of the station is 91.2%. Second stage of the station consists of four GE Jenbacher JMS 624GS-NL gas engine plants. At present third stage of the station is under development.*

**А. П. Зуев – ООО «ГринТех Энерджи»  
М. Н. Иванов – ООО «Турбомашинны»**

Сегодня в России активно строятся тепличные комплексы, неотъемлемой частью которых является когенерация. Собственный источник энергии, обеспечивая энергетическую независимость хозяйства, существенно повышает экономику проекта. Использование углекислого газа для активизации роста растений также повышает рентабельность и улучшает экологию.

**К**рупнейший производитель овощей в Свердловской области – АО «Тепличное» ежегодно производит более 5000 тонн овощей класса «премиум» (наивысшая категория качества и экологичности) в закрытом грунте. Благодаря использованию передовых технологий, тепличный комплекс, площадь первой очереди которого составляет 17,64 га, позволит собирать урожай круглый год.

В новых теплицах применяются такие современные технологии, как капельный полив, автоматическое регулирование микроклимата, дополнительное ассимиляционное освещение, система зашторивания, подкормка растений углекислым газом и т.д. Овощи здесь выращиваются на подвесных лотках, при этом создаются оптимальные условия для развития всего растения.

Выращивание овощей в теплицах – достаточно энергоемкий процесс, притом очень чувствительный к перебоям в подаче энергии. Так, для энергоснабжения 1 га теплиц требуется не менее 1,7...2,0 МВт электрической энергии и 3...4 МВт – тепловой (на отопление). Поэтому для тепличного хозяйства очень важно максимально снизить энергетическую составляющую в себестоимости продукции, а также повысить надежность энергоснабжения.

Автономная выработка электрической и тепловой энергии с одновременным применением современных систем управления микроклиматом (которые очень чувствительны к перебоям в электроснабжении) обеспечивает существенную экономию ресурсов, а также повышение урожайности. Оптимальным вариантом для создания собственной генерации в тепличных хозяйствах являются газопоршневые когенерационные установки, общий КПД которых достигает 91%. Обычно такие мини-ТЭС для тепличных комплексов в нашей стране окупаются в течение пяти лет, даже при использовании кредитных средств.

Существует еще один весомый аргумент в пользу строительства собственной ТЭС: отводимое тепло может использоваться для технологических нужд и отопления производственных и бытовых помещений. Когенерационная электростанция, с одной стороны, должна удовлетворить потребности в электроэнергии при досвечивании светокультуры овощей и, с другой – обеспечить также теплоснабжение комбината.

Тепличный комплекс, инициированный ООО «УГМК-Агро», можно назвать уникальным. Он совмещает в себе инновационные технологии, экологичность производства и интеллектуальные энергетические инструменты.

Проект является социально-ориентированным, финансировался он за счет собственных средств предприятия. Исходя из расчета экономического эффекта от работы первой очереди собственной мини-ТЭС, предполагается, что станция должна окупиться в течение 5–7 лет.

Основное отличие нового тепличного комплекса от уже существующих заключается в том, что он оборудован принципиально новой системой энергоснабжения на базе газопоршневых двигателей компании GE Jenbacher. Она позволяет поддерживать идеальный микроклимат в теплицах в любое время года и при этом экономить до 30 % энергии.

Энергоблоки для мини-ТЭС поставила компания «ГринТех Энерджи», специализирующаяся на поставке оборудования для создания энергоцентров на базе газопоршневых электростанций GE Jenbacher и промышленном строительстве объектов малой энергетики. Проектирование и строительство станции выполнила фирма «ФИТО».

В конце 2017 года «ГринТех Энерджи» завершила пусконаладочные работы и сдала в промышленную эксплуатацию первую очередь ТЭС электрической мощностью 26,4 МВт и тепловой – 24,52 МВт. Она включала шесть агрегатов JMS 624GS-N01 электрической мощностью по 4401 кВт и тепловой – по 4087 кВт. Суммарный КПД станции составляет 91,2 % (без учета производства CO<sub>2</sub>).

Вторая очередь ТЭС включает четыре газопоршневые установки JMS 624GS-NL. В комплект оборудования входят шумозащитные кожухи с приточно-вытяжной вентиляционной системой, системы выхлопного газа с утилизацией тепла, с теплоизоляционными матами; дымовые трубы, теплообменники выхлопных газов, системы шумоглушения, очистители выхлопных газов CodiNO<sub>x</sub> (очистка газа для применения в теплицах). Также будут поставлены четыре сухих охладителя газозвуковой смеси, две системы аварийного охлаждения, маслохозяйство. Оборудование планируется поставить на объект до конца текущего года.

На данный момент ведется проектирование и началось изготовление оборудования для третьей очереди мини-ТЭС. В ее состав войдут четыре газопоршневые установки JGC 320GS-NL в контейнерах собственного производства ООО «ГринТех Энерджи». Таким образом, после реализации второй и третьей очереди электрическая мощность станции увеличится до 66,2 МВт, тепловая – до 61,9 МВт.

Отличительной особенностью реализуемого проекта является применение Digital Smart Grid (Интеллектуальная энергосеть), разрабо-

танной компанией GE Jenbacher, а также другие энергетические инструменты, такие как Smart meters, Home Energy, myPlant, которые предоставляют информацию об энергопотреблении в режиме реального времени. Данные инструменты являются частью автоматизированной системы мониторинга и диагностики состояния агрегатов с функцией оповещения о неполадках в работе.

На станции применяются новейшие инженерные решения:

- шумоглушение и приточно-вытяжная вентиляция в виде шумозащитных кожухов заводского исполнения внутри здания;
- теплоизоляция выхлопного тракта из материалов, обеспечивающих защиту персонала от высоких температур;
- водогрейные котлы ВКС для покрытия дефицита тепловой мощности в периоды пиковых тепловых нагрузок;
- технологическая обвязка водогрейных котлов;
- бак-аккумулятор тепловой энергии объемом 5000 м<sup>3</sup>;
- частотно-регулирующие аппараты с энергоэффективными характеристиками для управления сетевыми насосами;
- групповые коллекторы на каждое отделение тепличного комплекса;
- станция генерации и подачи азота;
- водоподготовка для нужд ТЭС и тепличного комплекса.

Оборудование ГПЭС размещается в здании из быстровозводимых конструкций, проектирование которого выполнила фирма «ФИТО». Здание построено в кратчайшие сроки. Архитектурно оно разделено на две части – машинный зал, вспомогательные помещения. В машинном зале установлены 6 энергоблоков в комплекте с генераторами 10 кВ.



*Расположенный в Нидерландах между-народный центр повышения квалификации GE в тепличной отрасли (CoE – Center of excellence) – это передовое решение GE Jenbacher, когда опыт компании используется при реализации проектов для тепличных комплексов.*

*Технология блочных мини-ТЭС с опциональным использованием углекислого газа в качестве удобрения применяется специалистами в самых современных комплексах по всему миру с целью более эффективного выращивания овощей.*

**☞ Газопоршневые энергоблоки установлены в шумопоглощающие кожухи**



Во вспомогательных помещениях на первом этаже здания расположены: тепловой пункт с насосами и трехходовыми клапанами, расширительным оборудованием для связи с системой теплоснабжения; насосная станция масло-системы и склад масла; распределительные устройства 10 кВ для приема, распределения и передачи электроэнергии от генераторов на комплектные трансформаторные устройства; РЩУ 0,4 кВ для питания собственных нужд энергоцентра; оборудование для азотной установки; бак для хранения свежего масла и бак для автоматического сбора отработанного масла. Для отвода тепла дымовых газов установлены котлы-утилизаторы (трубчатые теплообменники).

Каждый агрегат включает генераторную установку на базе газопоршневого двигателя J624 компании GE Jenbacher, электрогенератор – TD Power Systems Ltd. Применена система управления двигателем – DIA.NE XT4 (Dialogue Network Next Generation) четвертого поколения. Электроагрегаты установлены на полимерные рулонные виброгасители, в результате чего гасится 95 % вибрации.

*Двигатель внутреннего сгорания J624* – газовый двигатель Отто, 24-цилиндровый, четырехтактный, высокооборотный, с электроискровым зажиганием.

*Блок двигателя* – цельный, изготовлен из специального чугуна с боковыми крышками на корпусе для легкого доступа к двигателю во время инспекционных осмотров.

*Коленвал и коренные подшипники* – горячей штамповки, с закаленной и отполированной поверхностью. Коленвал расположен между цилиндрами, динамически отбалансирован; у коренных подшипников верхний вкладыш трехкомпонентный, нижний – с напылением.

*Поршни* – стальные, с масляными каналами для охлаждения; поршневые кольца и масло-съемные кольца из высококачественного материала. Камера сгорания специально сконструирована и оптимизирована для работы на обедненной топливной смеси.

*Шатуны* – горячей штамповки, термически обработанные, верхний и нижний вкладыши подшипников шатуна с напылением.

*Гильзы цилиндров* – мокрые, заменяемые, выполнены методом центробежного литья.

*Головка цилиндров* – сконструирована для работы на меняющемся газе с наименьшими потерями и оптимальным расходом, специально разработана для двигателей GE Jenbacher, работающих на обедненной смеси. Изготовлена из специального чугуна, индивидуально заменяемая. Впрессованные кольца седла клапана, направляющие втулки клапанов и втулки свечей зажигания, впускные и выпускные клапаны выполнены из высококачественного материала.

*Газораспределительный механизм* – кулачковый вал со сменными толкателями, приводимый в движение коленвалом через промежуточный привод, смазка клапанов осуществляется разбрызгиванием из коромысла.

*Система подготовки топливной смеси* – включает газосмеситель, турбоагнетатель, трубопроводы смеси с компенсаторами, промежуточный охладитель с водяным охлаждением, дроссельную заслонку и распределительные трубопроводы к цилиндрам.

Все подвижные детали смазываются отфильтрованным маслом, которое подается центральным зубчатым масляным насосом. В контур смазочного масла включены редукционный и перепускной клапаны. Охлаждение масла осуществляется посредством теплообменника. Вентиляция картера соединена с системой забора воздуха.

В двигателе применена разработанная компанией GE Jenbacher технология сжигания обедненной топливной смеси LEANOX, обеспечивающая минимальные выбросы в атмосферу. Каталитические реакторы HugiMCC126/135-DR сводят до предельно низких значений уровень выбросов станции.

Между уровнем эмиссии и долей воздуха в топливной смеси существует прямая зависимость. Для снижения выбросов двигателей обедненная смесь, на которой они работают, должна содержать оптимальную долю воздуха.

В запатентованной системе LEANOX учтен тот фактор, что мощность, давление нагнетания и температура смеси линейно зависят друг от друга. Регулирование на такой основе имеет огромное преимущество по сравнению с други-

ми методами, поскольку указанные величины легко и точно измеряемы и значение может быть точно определено. При этом нет необходимости в установке датчиков в выхлопном тракте. Таким образом, надежно соблюдаются предписанные границы эмиссии.

Регулятор LEANOX согласует моментальную электрическую мощность и моментальную температуру смеси с оптимальным давлением нагнетания. Система включается автоматически, когда мощность падает ниже определенного значения (около 30 % общей мощности).

Непосредственное регулирование осуществляет пропорционально-интегральный регулятор, включающий мотор, который изменяет просвет газовой щели смесителя. От этого изменяется пропорция газ/воздух и, следовательно, значение коэффициента. Программа LEANOX имеет 4 группы параметров, соответствующих разным газам. Регулятор всегда активен в режиме параллельной работы с сетью, но он может использоваться и в островном режиме.

Двигатель оснащен современной бесконтактной системой зажигания с электронным управлением и регулируемым временем воспламенения. Система регулирования доводит число оборотов до заданного значения, обеспечивая постоянную частоту вращения независимо от нагрузки генератора. Регуляторы скорости вращения и мощности оптимально распределяют между электроагрегатами производимую электростанцией мощность.

Теплообменники (газовоздушная смесь/горячая вода; смазочное масло/горячая вода; водяная рубашка охлаждения двигателя/горячая вода) компактно установлены на раме двигателя со всеми трубопроводами. Котел-утилизатор выхлопных газов выполнен в виде трубчатого теплообменника цилиндрической формы, в котором по трубкам подаются выхлопные газы, а в межтрубном пространстве – вода.

Каждый агрегат имеет индивидуальную систему управления двигателем – DIA.NE XT4, обеспечивающую визуализацию и управление. Она размещается в шкафу управления в операторской энергоцентра. Рабочее место оператора находится в специальном помещении – центральном щите управления станцией. На ТЭС реализована полная интеграция автоматизированной системы энергоцентра с системой управления климатом теплицы, визуализация текущего состояния агрегатов и их измеряемых параметров, показателей счетчика в виде графика тенденций.

На экран оператора выводится функциональная сводка измерений рабочих параметров, одновременно осуществляется их графиче-

ческая обработка. На экране высвечиваются все сообщения, в том числе аварийные. Персонал имеет доступ к параметрам установки посредством системы DIA.NE XT4 HMI Client. Оперативно реагировать на текущее состояние установки можно путем автоматической отправки SMS или e-mail письма.

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 и 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. Управление осуществляется через поля выбора экрана и функциональные клавиши.

В ходе реализации проекта была организована единая тепломеханическая система – объединены тепловые системы газопоршневой установки, водогрейных котлов и отдельно стоящего бака-аккумулятора тепла. Таким образом, обеспечена подача тепла от контуров агрегатов в тепловую систему теплиц, управление единым процессом подачи тепла. Теплицы оборудованы системами климат-контроля и автоматического капельного полива.

На ТЭС установлены трехпроходные водогрейные котлы ВКС WND 12.00 (Нидерланды)

 **Водогрейные котлы ВКС WND 12.00**





Тепличный комплекс  
ООО «УГМК-Агро»  
в Свердловской области

мощностью 14 МВт с двухтопливными высокоэффективными горелками Vitotherm VGOI/s-1250 и пониженными выбросами  $\text{NO}_x$ .

В структуру энергоцентра входит блок утилизации  $\text{CO}_2$  для производства подкормки светокультур, многофункциональная система очистки и утилизации выхлопных газов  $\text{CodiNO}_x$ , система управления светом в теплице – Glow Light Computer.

На первом этапе мини-ТЭС эксплуатируется в островном режиме. При этом конструкция агрегатов предусматривает возможность их работы параллельно с сетью. Высокий электрический КПД энергоблоков JMS 624GS-NL, достигающий 46,6 %, и невысокие эксплуатационные затраты позволяют получать недорогую электроэнергию и тепло не только для собственного потребления, но, возможно, и для коммерческого использования.

Таким образом, с внедрением прогрессивных технологий тепличный комплекс надежно обеспечивается электрической и тепловой энергией, подача которой может оперативно регулироваться. Кроме того, при поставке электроэнергии во внешнюю сеть можно получать дополнительный доход.

Газопоршневые агрегаты GE Jenbacher могут эксплуатироваться 60 000 часов до капитального ремонта. С тремя капремонтами срок эксплуатации составит 240 000 часов. Таким образом, тепличный комплекс сможет ежегодно получать прибыль в течение 40 лет, до полной выработки ресурса.

*Опираясь на многолетний опыт работы, имеющийся технический потенциал и систему управления проектами, компания «ГринТех Энерджи» может в качестве генпроектировщика и генподрядчика реализовывать под ключ проекты по созданию собственной генерации.* **Т**

## Мощность ГТЭС на Пякяхинском НГКМ будет увеличена.

Подписан контракт на поставку двух энергоблоков Урал-6000 мощностью по 6 МВт производства АО «ОДК-Авиадвигатель» для Пякяхинского нефтегазоконденсатного месторождения. Заказчиком является ООО «Лукойл – Западная Сибирь» (ТПП «Ямалнефтегаз»).

Электростанция в контейнерном исполнении построена за Полярным кругом в условиях вечной мерзлоты. ЭГЭС Урал-6000 установлены на свайном поле, на высоте 3 м от земли. Такая конструкция позволяет энергоблокам работать в диапазоне температур окружающего воздуха от  $-60^\circ\text{C}$  до  $+45^\circ\text{C}$ . Модульная конструкция энергоблоков, разработанная специалистами Пермского КБ, позволяет максимально эффективно использовать весь комплекс оборудования электростанции.

На станции работают шесть блочных ЭГЭС Урал-6000, созданных на базе газотурбинных установок ГТУ-6П. Энергоблоки суммарно отработали более 150 тыс. часов с начала эксплуатации. С вводом ГТЭС западносибирские нефтяники смогли использовать новейшее оборудование для бурения скважин глубиной до четырех километров.

После ввода новых блоков мощность собственной электростанции ТПП «Ямалнефтегаз» возрастет до 48 МВт.

### **Total electric output of gas turbine power station on the site of Pyakyakhinskoye field will be increased.**

*UEC-Aviadvigatel JSC signed the contract for the delivery of two Ural-6000 gas turbine power plants each rated at 6 MW to the site of Pyakyakhinskoye oil and gas condensate field. The customer of the equipment is Lukoil-Western Siberia company (TPP Yamalneftegas). At present power station consists of six EGES Ural-6000 modular gas turbine power plants. They were developed on the base of GTU-6P gas turbine plants. For the moment their total operating time is 150 000 hours.*

