

Надежное энергоснабжение комплекса «Парк Легенд» в Москве



In brief

Reliable power supply of Legends' Park in Moscow.

Legends' Park sport complex was constructed on the territory of former plant named after Likhachev. The first unit of power station on the site of the sports complex consists of two MWM TCG 2032V16 gas engine power plants each rated at 4.3 MW. The plants are equipped with waste-heat recovery systems. General contractor of the project is I-Teco group of companies. Power equipment is installed in separate building on the site of Legends' Park sports complex. Central power distribution unit of the station is installed in accessory building. The second unit of the station consists of two similar gas engine power plants. Total electric output of the station is 17.2 MW, thermal power output is 28.26 Gcal/h. It is equipped with two Vitomax 200-HW hot water boilers with output of 8 MW each.

С. В. Жданов – компания «РАССЭ» (ГК «АйТек»)»

В состав первой очереди ТЭС для спорткомплекса вошли две газопоршневые установки (ГПУ) TCG 2032V16 мощностью по 4,3 МВт производства компании MWM (Германия). ГПУ имеют систему полной утилизации тепла. Генпроектировщиком проекта под ключ выступила компания «АйТек». Оборудование размещено в отдельно построенном здании ТЭС.

Спорткомплекс «Парк Легенд» построен на территории бывшего завода им. Лихачёва. В его состав вошли: Ледовый дворец площадью 70 000 м², вмещающий большую арену на 12 000 мест (хоккейные матчи) и 14 000 мест (концерты), малую арену на 3000 мест, тренировочный каток на 200 мест, и комплекс водного спорта. В одном из исторических зданий ЗиЛа расположился музей хоккейной славы.

Для электро- и теплоснабжения объектов комплекса была спроектирована и построена ТЭС. В состав станции вошли четыре установки TCG 2032V16 компании MWM, мощностью по 4,3 МВт с котлами-утилизаторами (две очереди по 8,6 МВт) на природном газе и два водогрейных котла Vitomax 200-HW мощностью по 8 МВт производства Viessmann.

Общая тепловая мощность электростанции составила 28,26 Гкал/ч (первая очередь 21 Гкал/ч, вторая – 7,255 Гкал/ч). ТЭС представляет собой единый комплекс систем электро- и теплоснабжения, газо- и воздухо-снабжения, маслоснабжения, отопления и вентиляции, АСУ, охранно-пожарной сигнализации и пожаротушения, контроля и управления доступом и видеонаблюдения.

Здание ТЭС – трехэтажное, легковозводимое, с каркасом из стальных профилей и ограждающими конструкциями из трехслойных пане-

лей с негорючим утеплителем типа «сэндвич». В одноэтажной пристройке к зданию ТЭС находится центральный распределительный пункт (ЦРП). Высота машинного и котельного зала – 13,63 м, для обслуживания оборудования в них установлены кран-балки.

В главном корпусе ТЭС находятся машинный и котельный залы; помещение РУВН 10,5 кВ и РУСН 0,4 кВ; воздушная компрессорная станция; тепловой пункт; операторная; административно-бытовые помещения; маслосклад; склад ЗИП; помещения РУ 10 кВ, РУНН-1 и РУНН-2 0,4 кВ центральной распределительной подстанции.

Плита пола энергоцентра – монолитная, габаритами 30,9 x 42,9 м, под каждый котел отлита фундаментная плита 7,55 x 4,05 м. Для пола помещений первого этажа (машинный и котельный залы, ЦТП, склады, подсобные помещения) использована плита из шлифованного бетона толщиной 250 мм.

Энергоблок

Газопоршневые установки – это собранные на единой раме двигатель TCG 2032V16 и синхронный генератор MJH 800 MC6 (Marelli Motori). Вспомогательное оборудование двигателя также смонтировано на заводе. Пластинчатые теплообменники охлаждающей жидкости, смазочного масла, отработавших газов,

радиаторы охлаждения, глушитель отработанных газов, насосы с электроприводом смонтированы непосредственно на месте эксплуатации. Энергоблоки установлены на отдельные фундаменты, на виброизоляционные опоры. Основные параметры ГПУ TCG 2032V16 представлены в табл.

Двигатель. Картер четырехтактного V-образного двигателя TCG 2032V16 отличается жесткостью на кручение, прочностью на излом и плотностью литья. Боковые стенки картера вытянуты вниз до середины коленчатого вала, обеспечивая повышенную жесткость. Крышка коренного подшипника дополнительно поперечно привинчена через боковые стенки картера. В верхней и нижней части картера имеются большие отверстия для быстрого доступа к кривошипно-шатунному механизму и распределвалу.

Коленвал установлен в картере на подшипниках скольжения, оснащен противовесами. Расположенные на шатунных шейках коленчатого вала шатуны с крестовинами разделены под углом и имеют зубчатые пазы. Плавающий поршневой палец расположен в верхней головке шатуна во втулке.

Головки цилиндров и картер – литые. У каждого цилиндра отдельная головка, благодаря оптимальной конструкции и доступности возможна их быстрая замена. Головки цилиндров с жидкостным охлаждением интегрированы в систему охлаждения двигателя. Оптимальное наполнение каждого цилиндра обеспечивают два впускных клапана, а быстрый выпуск выхлопных газов – два выпускных клапана. Жаростойкие клапаны устанавливаются на запрессованные, легко заменяемые седла, управляются посредством клапанных мостиков.

Сервисный блок – это конструктивный блок нового типа. В него входит комплектная головка, рубашка и гильза цилиндра с поршнево-шатунной сборкой и надстраиваемыми сегментами для системы нагнетания и выхлопной системы, а также для системы охлаждения и смазки.

Турбонагнетатель использует энергию отработанных газов для уплотнения необходимой для работы двигателя газовой смеси. Благодаря наддуву газовой смеси с помощью турбокомпрессора достигается более высокая мощность при одновременном снижении выбросов вредных веществ. Перед каждым смесительным трубопроводом установлен охладитель смеси с жидкостным охлаждением. Турбокомпрессор включает две турбомшины, одну радиальную турбину и один центробежный компрессор, расположенные на общем валу.

Воздушный фильтр обеспечивает подачу чистого воздуха в двигатель. Фильтрация всасываемого воздуха производится с помощью

Табл. Основные параметры ГПУ TCG 2032V16

Наименование параметра	Значение
Номинальная электрическая мощность, кВт	4300
Номинальное напряжение, В	10500
Расход топливного газа, м³/ч	1055
Расход смазочного масла, г/кВт·ч	0,3
Габариты (ДхШхВ), мм	9411х2760х3722
Эквивалентный уровень звукового давления (в 1 м от ГПУ), дБ(А)	±2,5
Уровень выбросов NO _x , мг/м³	500
Сухая масса, кг	51200

пластинчатых фильтров, закрепленных на держателе. Двухступенчатый охладитель наддувочного воздуха располагается в передней части двигателя, охлаждение осуществляется антифризом.

Система смазки – с мокрым картером. Агрегаты оснащены встроенными масляными насосами. Для охлаждения масла после фильтра встроен теплообменник. В целях снижения износа двигателя перед каждым его запуском производится предварительная смазка, выполняемая насосом. Пополнение смазочного масла регулируется и контролируется системой ТЕМ. Если уровень масла опускается ниже допустимого минимального значения, то после предварительного предупредительного сигнала двигатель автоматически отключается.

В теплообменнике отходящих газов для рекуперации тепла используется контур нагрева. При этом в теплообменнике производится отбор тепла из горячего потока отработанных газов, которые затем подаются в контур нагрева для дальнейшего использования. После двигателя осуществляется каталитическая очистка выхлопных газов ГПУ.

Система охлаждения – водяная, трехконтурная (контур охлаждения двигателя, топливо-

 Энергоблок
TCG 2032V16
мощностью 4,3 МВт



воздушной смеси, аварийного охлаждения), раздельная.

Для безопасного и надежного газоснабжения двигателя применяются устройства регулирования давления и расхода газа. Требуемое давление газа (20 кПа), поступающего из сети, обеспечивает регулятор давления.

Генератор. Конструктивно генератор МН 800 МС6 выполнен на двух опорах, с воздушной системой охлаждения и встроенной бесщеточной системой возбуждения. Он снабжен электрическим подогревателем мощностью 800 Вт для предотвращения конденсатообразования, регулятором напряжения AVR M71FA320A МЕС-100 (точность регулирования 0,1 %, измерение по одной или трем фазам), трансформаторами дифференциальной защиты, датчиками температуры подшипников и температуры обмоток.

Маслосистема ТЭС

На станции предусмотрен запас чистого машинного масла емкостью 5000 л, достаточный для непрерывной работы трех генераторных установок в течение 34 суток и одной замены масла в одной из ГПУ в этот период. Резервуар чистого масла находится в помещении маслосклада. При понижении уровня масла до критического значения автоматически открывается клапан подпитки на соответствующей ГПУ. Для подпитки используется контур циркуляции чистого масла. Забор масла осуществляется из резервуара, после прохождения по контуру оно снова туда возвращается. Стабильное давление перед клапанами подпитки поддерживает регулятор, установленный на ГПУ.

При снижении уровня чистого масла в резервуаре до нижнего критического значения насос автоматически отключается. Аварийные слив и перелив осуществляются в подземный резервуар чистого масла. Резервуар аварийного слива установлен в подземном железобетонном саркофаге, трубопровод слива проложен

в подземном закрытом железобетонном лотке. Отработанное масло из ГПУ сливается в подземный резервуар в помещении маслосклада. Его объема достаточно для двух замен масла в ГПУ. Аварийные слив и перелив осуществляются в резервуар отработанного масла емкостью 5000 л.

Водогрейный котел

Котел высокого давления Vitomax-200HW работает на газообразном топливе с температурой подачи воды до 130 °С и рабочим давлением 0,6...2,5 МПа. Коэффициент полезного действия котла – 92 %. Широкие проходы между жаровыми трубами котлового блока обеспечивают высокую эксплуатационную надежность и длительный срок службы. Большое водонаполнение гарантирует эффективный теплообмен за счет естественной циркуляции. Трехходовая схема газоходов котлового блока при низкой теплонапряженности камеры сгорания (1,2 МВт/м³) обеспечивает минимальные выбросы оксидов азота.

Незначительные потери на излучение достигнуты за счет эффективной охватывающей теплоизоляции толщиной 120 мм и водяного охлаждения передней стенки. Выходной коллектор отходящих газов также теплоизолирован. Для управления всеми регулирующими и управляющими устройствами котла применяется шкаф управления Vitocontrol.

Дымовые газы удаляются через индивидуальные трубы ГПУ и водогрейных котлов, выведенные на высоту 70 м. Дымовые трубы соединены в пучок для жесткости и закреплены на несущем каркасе, имеющем самостоятельный фундамент.

Электрооборудование

ТЭС вырабатывает электроэнергию напряжением 10 кВ в сети с изолированной нейтралью. Электроэнергия подается на распределительное устройство РУВН 10,5 кВ из 12 высоковольтных ячеек КРУ-10 «Элтехника», щит собственных нужд (ЩСН), щит источника бесперебойного питания (ЩИБП), два силовых трансформатора ТСЛ 2000 кВА 10,5/0,4 кВ для питания распределительного РУСН 0,4 кВ. Далее электроэнергия подается на центральную подстанцию РУВН 10 кВ, которая является основным источником электроснабжения комплекса «Парк Легенд».

РУВН 10 кВ – двухсекционное комплектное распределительное устройство, состоящее из 22 высоковольтных ячеек КРУ-10 «Элтехника», ЩСН, ЩИБП. На станции установлены четыре силовых трансформатора – ТСЛ 3150 кВА 10,5/0,4 кВ для питания РУНН-1 и РУНН-2

☪ Водогрейные котлы Vitomax-200HW мощностью по 8 МВт



0,4 кВ и трансформатор ТСЛ 1250 кВА 10,5/0,4 кВ. Каждая ячейка КРУ укомплектована терминалом РЗиА Seram и оптическими датчиками дуговой защиты шин. Ячейки отходящих линий имеют счетчики электрической энергии СЭТ-4ТМ03М. Все трансформаторы укомплектованы устройствами тепловой защиты от перегрузки.

Распредустройство низкого напряжения РУНН 0,4 кВ с системой автоматического ввода резерва распределяет электроэнергию по внешним электропотребителям ТЭС; распределительное устройство РУСН 0,4 кВ – по потребителям собственных нужд ТЭС. Оба РУ выполняют функции защиты от перегрузок и коротких замыканий.

Инженерные системы

На станции предусмотрены системы естественной и принудительной вентиляции, а также кондиционирования. Они обеспечивают вентиляцию воздуха во всех помещениях станции в рабочем и аварийных режимах. Кроме того, системы осуществляют подачу воздуха на горение и ассимиляцию теплоизбытков при работе ГПУ. Перед подачей в помещение воздух проходит очистку и, при необходимости, подогрев на калорифере. В зимний период для уменьшения энергозатрат предусмотрена рециркуляция воздуха.

Система пускового воздуха для ГПУ включает два компрессора L50 производительностью по 50 м³/ч, два резервуара сжатого воздуха емкостью по 2000 л, необходимую запорно-регулирующую арматуру.

Системы охлаждения и тепла поддерживают температурный режим в помещениях станции в холодное время года. Теплоноситель подается из обратного трубопровода котлового контура. Системе требуется 80 м³/ч теплоносителя температурой 75 °С в подающем трубопроводе и 60 °С – на выходе из трубопровода. Циркуляция воды в системе осуществляется постоянно. Система утилизации тепла энергоблоков работает в соответствии со схемой управления и алгоритмами, реализованными в комплектной АСУ ТЕМ EVO.

ГПУ работают по приоритету выработки электроэнергии, при этом производство тепла пропорционально выработанной электроэнергии. Если тепла, получаемого от ГПУ, достаточно для нужд потребителя, котлы не используются. В случае его недостатка в холодное время года в работу последовательно включаются котлы. Уровень выбросов вредных веществ газопоршневых установок составляет менее 500 мг/м³. Это обеспечивается применением каталитического дожига.



Котлы работают в двух основных режимах: а) как догревающие, совместно с ГПУ; б) автономно, без участия ГПУ. Тепло от СУТ подается на теплообменники группой котловых насосов. Для покрытия пиковой тепловой нагрузки в холодное время года в схему последовательно после ГПУ включены два водогрейных котла с двумя байпасами с электроприводами.

Водогрейный котел включается в работу, если температура воды в теплосетях ниже заданного температурного графика (130/75 °С). При этом после прогрева котла на нем открывается задвижка, а байпасы закрываются. При включении второго котла задвижка открывается после его прогрева. Соответственно, при отключении котлов задвижки закрываются и открываются байпасы. Если тепла от ГПУ достаточно для поддержания температуры в котловом контуре, то поток его тепла направляется по байпасам, минуя котлы, на теплообменники. При этом задвижки на котлах закрыты.

Для компенсации температурных расширений теплоносителя и поддержания рабочего давления (0,55 МПа) в котловом контуре установлен бак с запасом очищенной воды объемом 6 м³, а также мембранный расширительный бак на 1 м³ и предварительная емкость – 0,5 м³. Заполнение и подпитка котлового контура осуществляется умягченной водой после второй ступени натрий-катионитовых ионообменных фильтров. Циркуляционные насосы сети работают в стационарном режиме, без регулирования перепада давления на входе/выходе. Подогрев сетевой воды происходит через кожухотрубные теплообменники.

На станции установлены узлы учета тепла, отпускаемого в сеть. Учет ведется теплосчетчиками УРЖ2КМ, расчетно-измерительным преобразователем на тепловой сети при выходе из энергоцентра и на линии аварийной подпитки котлового контура.

Для предотвращения разрушения водогрейных котлов и другого оборудования тепловой сети установлены предохранительные клапаны. На обратном контуре тепловых сетей, на

↻ Система утилизации выхлопных газов ГПУ с глушителем



Сухие градирни размещены на крыше ТЭС

вводе в ТЭС установлен вертикальный грязевик со встроенным сетчатым фильтром для улавливания механических загрязнений из потока сетевой воды. Поверхности труб с температурой выше 45 °С теплоизолированы.

Контур охлаждения двигателя каждой ГПУ дополняется системой поддержания давления, куда входит подпиточный насос, бак емкостью 200 л для хранения и приема охлаждающей жидкости при сбросе от предохранительного клапана. При достижении давления в контуре 0,25 МПа в контур каждой ГПУ подается сигнал с датчика давления, открывается клапан и включается подпиточный насос; при достижении 0,3 МПа насос отключается. Теплоноситель контура – охлаждающая жидкость с долей антифриза 35 %, температурный график 90/74 °С.

В контуре охлаждения смеси ГПУ с помощью теплообменника производится забор тепла горючей газовой смеси, образующегося при ее сжатии в турбокомпрессоре. В связи с низким уровнем температуры тепло отводится посредством отдельного низкотемпературного контура охлаждения. Контур дополнен системой поддержания давления, включающей контур охлаждения смеси и бак емкостью 200 л для хранения и приема охлаждающей жидкости при сбросе от предохранительного клапана. Температурный график 45 / 40 °С.

В аварийном контуре охлаждения ГПУ избыточное или неиспользованное тепло агрегата выводится во внешнюю среду. Отбор тепла из нагревательного контура в контур аварийного охлаждения производится посредством пластинчатого теплообменника. Аварийный контур охлаждения управляется в соответствии с алгоритмами АСУ ТЕМ EVO.

На станции предусмотрено два отдельных ввода газа – в котельный зал газопровод Ду150 и в машинный зал газопровод Ду200. Давление газа на входе составляет 0,3 МПа, минимальное – 0,15 МПа.

Водогрейный котел Vitomax-200HW M238 мощностью 8 МВт укомплектован газовой

моноблочной горелкой G70/3-A / ZM-NR компании Weishaupt (Германия). Работа котла на газе автоматизирована, ведется поагрегатный учет расхода газа с передачей данных в «Мосгаз» и «Газпром межрегионгаз Москва».

Максимальный расход газа на ГПУ при номинальной электрической мощности 4,3 МВт и теплоте сгорания газа 8000 ккал/м³ составляет 1055 м³/ч, минимальный расход – 424 м³/ч. Для защиты станции от загазованности используется оборудование СИГМА-03, оснащенное детекторами обнаружения метана и угарного газа.

Автоматизированная система управления

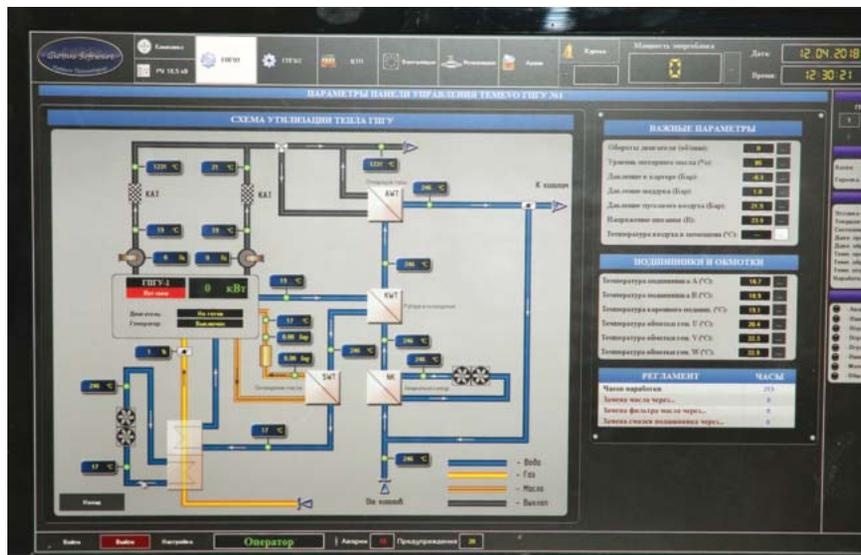
Подсистема визуализации и контроля входит в состав системы контроля и управления ТЭС, реализованной на базе оборудования компаний Advantech, Мох, Wago и средств внутренней автоматики контролируемых объектов. Подсистема включает ПЭВМ на базе процессоров Pentium-IV (и выше) с монитором, клавиатурой и манипулятором. Обмен данными между контроллером и ПЭВМ осуществляется по протоколам JBUS, ADVANTECH-ASCII, внутренним протоколам встроенной автоматики. При этом решаются следующие задачи:

- прием и обработка входной информации от энергоблока, ИБП и распределительных устройств;
- отображение на экране ПЭВМ информации о состоянии энергоблоков;
- регистрация и отображение на экране архива данных системы;
- вывод на экран справочной информации по работе с системой;
- вывод архива данных на печатающее устройство; копирование их на флеш-диск или магнитооптический носитель.

Нормальное функционирование ТЭС возможно также и при отключенной или неисправной системе АСУ, однако этот режим не является штатным, и запись о работе СРЭС в таком режиме должна быть внесена в журнал оператора.

На экране подсистемы визуализации и контроля отображаются:

- общая мнемосхема составных частей энергоблоков с индикацией состояния элементов и режимов работы;
- гистограммы аналоговых параметров, визуально отображающие изменения численных значений параметров;
- информация о готовности оборудования к работе, о включении / выключении;
- справочная информация по работе с системой;
- архивные данные о сообщениях оператору, неисправностях системы, значениях аналоговых параметров и др.



Вся информация, получаемая подсистемой визуализации и контроля ТЭС, выводится на экран оператора с помощью мнемосхем и информационных окон. В них отображаются объекты, посредством которых система информирует оператора об их состоянии. Вызов информационного окна производится при помощи клавиатуры или манипулятора.

Уникальность всего проекта потребовала от инженеров компании РАССЭ (ГК «АйТек») специальных решений для систем автоматизации и диспетчеризации. Для интеграции в единый комплекс разнородных подсистем и оборудования использован программно-аппаратный комплекс TechnoSoft, специально разработанный для решения сложных задач в системной интеграции.

Драйверы, применяемые в комплексе TechnoSoft, позволяют не только контролировать в реальном времени качество связи с технологическими объектами – они снабжены механизмами активного восстановления связи с возможностью восстановления работоспособности системы даже в том случае, если системный сбой произошел непосредственно в самом драйвере. Встроенная система архивирования и протоколирования технологических параметров способна сохранять с привязкой ко времени большое количество параметров в режиме потокового изменения данных.

Применяемый алгоритм хранения данных реализует самые современные методы работы с большими объемами данных (Big Data). Механизм дистрибуции контролируемых параметров ядром комплекса TechnoSoft способен оптимально распределять потоки между рабочими местами оператора, подсистемой архивации, визуализации, иными системами и подсистемами комплекса.

Комплекс TechnoSoft располагает развитыми средствами визуализации параметров технологического процесса. Поддерживаются все основные виды отображений: пиктограммы, тренды, гистограммы, таблицы. В случае

возникновения неординарной ситуации TechnoSoft предоставляет простые, но чрезвычайно эффективные возможности расширения функционала как в части графического отображения информации, так и в области логической обработки данных большого объема.

Комплекс построен по модульной архитектуре. При этом все модули используют только функции ядра и не связаны с сервисами операционной системы, за исключением сервиса, обслуживающего протокол TCP/IP. Это гарантирует надежную работу комплекса практически под любыми версиями операционной системы как в настоящее время, так и в перспективе. Дополнительно такой подход позволил создать алгоритмы, способные восстановить работоспособность системы диспетчеризации в рекордно короткое время – не более 10 мин.

Комплекс TechnoSoft – полностью отечественная разработка. Важным его преимуществом является полная поддержка решения российскими разработчиками и независимость всего проекта системы диспетчеризации от зарубежных разработок и лицензий. Используя TechnoSoft, и заказчик, и генподрядчик могут быть полностью уверены в том, что система всегда получит техническую поддержку и возможность расширения комплекса в будущем.

Здание станции оборудовано автоматической пожарной и охранной сигнализацией с использованием оборудования НВП «Болид».

ТЭС полностью обеспечит существующие и будущие потребности объектов комплекса «Парк Легенд». В дальнейшем, согласно проекту, планируется установить еще две ГПУ. Ячейки для установки двигатель-генераторов, а также всего необходимого стационарного оборудования предусмотрены в составе действующей ТЭС. В перспективе планируется перевод станции на работу в параллель с сетью внешнего энергоснабжения. **ТД**

Центральный щит управления станцией

Мнемосхема энергоблока TCG 2032V16 на мониторе оператора