



## Газопоршневые агрегаты MWM – надежное энергоснабжение

**О. Ю. Шевцов – ООО «Чандлер Энерго»**

**Свыше 3000 МВт – суммарная мощность эффективных, надежных и экологичных газопоршневых двигателей MWM GmbH по всему миру. Это снижение неблагоприятного воздействия на окружающую среду и весомый вклад в ее защиту, что является приоритетом компании.**

### История компании

MWM GmbH – новое имя хорошо известной во всем мире немецкой компании Deutz Power Systems GmbH & Co. KG, которая является одним из старейших производителей дизельных двигателей, генераторных агрегатов и когенерационных энергоустановок.

История фирмы начинается с первой в мире моторостроительной компании, основанной в 1864 году Николаусом Аугустом Отто и Ойгеном Лангеном и производившей вначале газовые атмосферные двигатели. В 1876 г. Н. Отто изобрел четырехтактный двигатель, который был назван его именем – «двигатель Отто». Годом позже, 4 августа 1877 г., был получен всемирно известный патент DRP 532 на четырехтактный процесс, что и стало началом всеобщей «моторизации».

В 1880 г. Карл Бенц основал завод по производству газовых двигателей в г. Маннхайм – Benz, Stationary Engine Construction. С тех пор предприятием выпущено более миллиона дизельных и газовых двигателей, получивших признание заказчиков во всем мире. На сегодня в программе производства компании – энергетические установки электрической мощностью от 400 до 4300 кВт.

В 1922 г. компания была переименована в Motoren-Werke Mannheim AG. В 1950-е гг. осуществляется модернизация предприятия и начинается производство дизельных двигателей с воздушным охлаждением (выпущено более 500 тыс. штук).

В 1979 г. произошло поглощение Motoren-Werke Mannheim AG концерном Klockner-Humboldt-Deutz AG. После реструктуризации началось производство первых газовых двигателей для когенерационных установок.

В 2007 г. Deutz Power Systems GmbH & Co. KG была приобретена компанией Private-Equity Unternehmen Zi., и в 2008-м переименована в MWM GmbH, т.е. вернулась к историческому названию. Таким образом, дизельные приводы мощностью более 500 кВт и газопорш-

новые двигатели выпускаются под маркой MWM. В компании произошли структурные изменения, обновлен модельный ряд, двигатели стали более эффективными, экологичными и полностью соответствуют существующим стандартам и возрастающим требованиям заказчиков.

Сегодня MWM является одним из мировых лидеров в производстве когенерационных энергоустановок. Референц-лист компании включает более 2500 агрегатов суммарной мощностью более 3000 МВт, установленных по всему миру. Российский парк газопоршневых агрегатов составляет более 120 энергоблоков.

### Технические преимущества оборудования

Газопоршневые агрегаты MWM имеют в основе V-образные двигатели с четырехклапанными головками цилиндров, открытые камеры сгорания (без форкамер), турбонаддув, водяное охлаждение. Применение технологии сжигания обедненной смеси значительно сокращает содержание вредных веществ в выхлопе.

Поскольку турбокомпрессоры сжимают не воздух, а газозоудную смесь, двигатели менее чувствительны к изменениям содержания метана в топливном газе. Благодаря применению турбокомпрессора и охладителя происходит гомогенизация газозоудной смеси, нет необходимости в предварительном сжатии газа (давление топливного газа, подводимое к двигателю, составляет от 50 до 200 мбар).

Двигатели оснащены воздушным смесителем (рис. 1), что исключает потери давления в процессе образования топливозоудной смеси. Даже в случае изменения массового расхода газа коэффициент избытка воздуха остается постоянным. При этом сохраняется возможность устойчивой работы агрегата на газообразном топливе с содержанием метана до 22 %.

Технически усовершенствованная антидетонационная система, наряду с системой зажигания Altronic Deutz, работает индивидуально для каждого цилиндра. Момент зажигания так-

же индивидуален для каждого цилиндра, что является уникальным для энергоустановок подобного рода. Запатентованные свечи обеспечивают оптимальное зажигание, снижение выбросов  $\text{NO}_x$  (стандартный уровень эмиссии  $\text{NO}_x$  и  $\text{CO}_2$  при 5 %  $\text{O}_2$  составляет 500 мг/м<sup>3</sup> и 300 мг/м<sup>3</sup> соответственно), увеличивается также срок службы оборудования.

Существенным преимуществом когенерационных установок MWM является адаптированность к переменному суточному графику электрической нагрузки. Компания гарантирует работу установки на нагрузках от 50 % до 100 % (включительно) без каких-либо ограничений срока эксплуатации. Кроме того, обеспечивается возможность производить по одному пуску агрегата в сутки (к примеру, останов когенерационной ТЭС на ночь с последующим пуском утром) без сокращения моторесурса.

Среди достоинств агрегатов MWM нужно отметить также следующие:

- высокая удельная электрическая мощность – 112,9 кВт/т;
- низкий удельный расход топливного газа – 0,233 м<sup>3</sup>/кВт·ч;
- возможность работы как в автономном режиме, так и параллельно с внешней сетью, в режиме синхронизации и обратной синхронизации; релейная защита;
- возможность работы на газах с низкими значениями метанового индекса и теплотворной способности (мин. 18 МДж/м<sup>3</sup>).

Немаловажным является и тот факт, что агрегат проходит 8-часовые испытания в течение трех дней на заводе-изготовителе, после чего заказчику предоставляется акт заводских испытаний.

При работе на специальных газах, например на газе угольных шахт, когда в систему в больших объемах вместе с метаном попадает воздух, предусмотрено автоматическое регулирование притока воздуха в газосмеситель Vario MWM. Благодаря использованию данного смесителя соотношение компонентов газозоудной смеси постоянно остается неизменным (не

### MWM gas engines power plants – reliable power supply.

MWM GmbH is the new name of well-known Deutz Power Systems, which is one of the oldest manufacturers of diesel engine, generating sets and CHP plants.

Company reference list includes more than 2500 units with total output of 3000 MW in the world. There are 120 MWM power plants are in operation in Russian Federation.

The main priority of the company is ensuring of high reliability of supplied equipment in operation. Representative offices of service departments are in more than 130 countries.

Chandler Energo Ltd. is the exclusive dealer of MWM GmbH in Russia. Its competence embraces all issues connected with sales and maintenance of gas engine power plants. The company offers to the clients not only advanced generating equipment but also wide range of services including technical consultations, development of the projects, equipment deliveries, turn-key power plants construction and personnel education.

As a special service MWM offers various financial schemes for the projects realization such as leasing, crediting and direct investments.

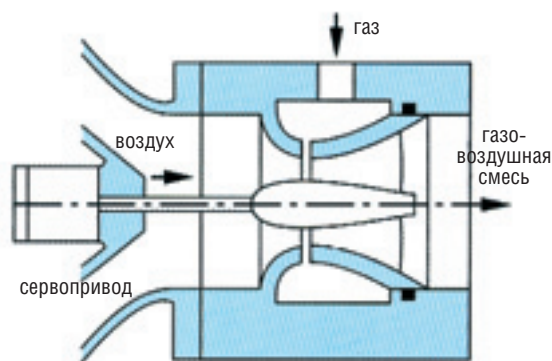


Рис. 1.

Схема воздушного смесителя

Свечи зажигания

имеет значения, всасывается воздух для горения через воздушные фильтры или поступает с газом).

Свечи зажигания сочетают в себе преимущества форкамерной технологии (без наследования ее недостатков), обеспечивая надежное зажигание обедненных смесей. Топливная смесь попадает в капсульный конец свечи и загорается там даже при относительно низкой энергии зажигания. Горящая смесь выходит из капсулы через пять отверстий, которые обеспечивают надежный и равномерный фронт горения в КС.

Открытая камера сгорания, по сравнению с форкамерной системой, проста в обслуживании и отличается значительно меньшим термическим износом. Она обеспечивает меньшие выбросы  $\text{NO}_x$  благодаря более низким температурам сгорания и лучшему распространению пламени. Срок службы свечей зажигания значительно увеличился и составляет 4-6 тыс. часов, причем для их замены требуется всего несколько минут. Свечи зажигания оснащены интегрированным кабелем, вследствие чего исключены проблемы в штекерном соединении.

В конструкции двигателей MWM достигнута высокая степень унификации: одинаковая система зажигания, многие детали идентичны для разных модельных рядов, все датчики и соединительные кабели одинаковы.

Принцип работы самых современных двигателей MWM серии TCG2020 и 2032 основан на цикле Миллера. В результате перехода от цикла Отто к циклу Миллера удалось достигнуть электрического КПД свыше 43 %. В цикле Миллера возможно получение более благоприятных температурных характеристик для сжатия смеси. За счет этого улучшается тепловой баланс цилиндра, а также обеспечивается более высокая степень сжатия, что непосредственно ведет к повышению КПД.

При работе по циклу Миллера впускные клапаны закрываются перед достижением поршня нижней мертвой точки, вызывая расширение топливной смеси внутри цилиндра до того, как

она перейдет в ход сжатия. При расширении температура газов снижается, в связи с чем смесь охлаждается, одновременно отбирая тепло у наиболее горячих частей камеры сгорания. Поскольку сжатие начинается при более низкой температуре, возможен переход к более высокой степени сжатия.

Агрегаты серии TCG2032e мощностью 3333 кВт и 4300 кВт имеют на 30 % меньше деталей, чем конкурентные двигатели, что сокращает время и затраты на техническое обслуживание. Электрический КПД агрегатов достигает 43 %, удельный расход синтетического масла снижен до 0,2 г/кВт·ч. Отсутствие форкамер позволяет работать на низком давлении газа – 50...200 мбар, в результате исключаются затраты на вторую газовую магистраль для каждого двигателя, нет также необходимости в компрессорном оборудовании и ресиверах.

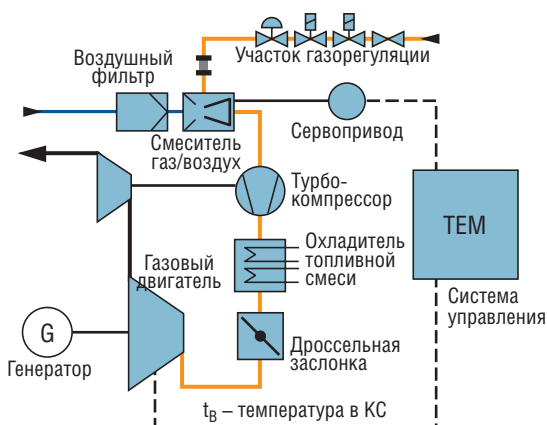
Современная концепция сервиса – головка, вкладыш, система охлаждения, поршень и шатун собраны в едином блоке, что обеспечивает доступность обслуживания каждого цилиндра в отдельности. Агрегаты имеют относительно небольшие габариты, отличаются пониженным уровнем шума, высокой удельной мощностью на единицу веса. Уровень содержания вредных веществ в выхлопе удовлетворяет самым строгим европейским стандартам.

Вместо капитального ремонта агрегатов предусмотрена плановая замена изношенных деталей: через каждые 24 тыс. часов замена турбокомпрессора, через 32 тыс. часов замена гильз цилиндров, через 64 тыс. часов замена поршней. Полный ресурс агрегата составляет не менее 200 тыс. часов.

Компания MWM уделяет особое внимание тем характеристикам двигателя, которые приобретают все большую значимость для заказчиков. По сравнению с 1980-ми гг., при повышении среднего эффективного давления до 1,7 МПа показатели мощности и эффективности у одних и тех же двигателей увеличились в 2,5 раза, а электрический КПД достигает 43,7 %.

➤ Рис. 2.  
Схема работы системы  
TEM-EVO

➤ Газопоршневой  
агрегат TCG2032V16





Чтобы обеспечить устойчивость двигателя к воздействию примесей, содержащихся в топливе, постоянно проводятся испытания новых материалов, особенно это касается моделей, работающих на специальных газах. В настоящее время ведутся работы по увеличению среднего эффективного давления, а также по дальнейшему совершенствованию двигателей, работающих по циклу Миллера.

### Система управления

Система электронного управления Total Electronic Management (ТЕМ) осуществляет контроль и мониторинг всех функций и собственных нужд агрегата – генератора, периферийного и вспомогательного оборудования (рис. 2). Мониторинг функций с целью защиты привода от опасных пограничных состояний гарантирует длительный срок службы. Система обеспечивает эффективную загрузку, эксплуатационную надежность, простоту и удобство в работе.

ТЕМ мгновенно реагирует на изменения в составе газа, в каждом цилиндре измеряется температура сгорания газа, которая является одним из решающих термодинамических параметров и непосредственно влияет на соотношение компонентов газозвоздушной смеси.

Основные задачи управления разделены по следующим категориям: измерение, сбор, архивирование, визуализация, контроль, управление 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. Тщательно продуманная концепция управления, в которой задействовано только 12 функциональных клавиш, ориентирована на пользователя.

Функция архивирования обеспечивает регистрацию до 84 измеряемых значений. При этом возможен просмотр параметров работы агрегата как в табулярном, так и в графическом виде, с одновременным выводом до 18 кривых на одном графике. Система ТЕМ-EVO фиксирует архивные данные в трех режимах:

- архивирование по рабочему циклу, регистрация мгновенных значений в каждом рабочем цикле (один рабочий цикл равен двум оборотам коленвала);
- архивирование за 6 мин, регистрация мгновенных значений ежесекундно;
- архивирование за 40 часов, регистрация средних значений каждые 6 мин.

Контролируемые параметры сохраняются в цифровом формате в течение 30 дней.

Благодаря широкому выбору опций система ТЕМ-EVO может быть адаптирована для различных видов топливного газа. Это позволяет использовать сжиженный газ – пропан в качестве резервного топлива при перебоях в поставке природного газа, а при работе на других видах газа природный газ может пришиваться к ним для повышения эффективности сжигания.

Модерная связь и соответствующее программное обеспечение позволяют контролировать и анализировать состояние агрегатов как из удаленного диспетчерского пункта, так и непосредственно с завода-изготовителя.

Собственная электронная система управления станцией обеспечивает работу в параллель до 5 агрегатов. Энергоблоки имеют высшую, 4-ю степень автоматизации (ГОСТ 14228-80 «Дизели и газовые двигатели автоматизированные. Классификация по объему автоматизации»).

Объем поставки может быть расширен за счет дополнительного оборудования, обеспечивающего надежное электроснабжение объекта при совместной работе с внешними электрическими сетями. Широкий диапазон опций позволяет оптимально адаптировать систему ТЕМ для соответствия конкретным требованиям заказчика.

### Работа на различных видах газа

На протяжении всей истории развития в компании постоянно велись опытные работы по возможности использования в качестве топлива для двигателей различных специальных газов. В настоящее время двигатели МWM работают не только на природном газе, но и на биогазе, газе мусорных свалок и сточных вод, а также на попутном нефтяном, шахтном газе и др.

Важно отметить также, что существует возможность эксплуатации двигателя на двух

Тригенерационная ТЭС центра семейных покупок «Мы», г. Липецк

Электростанция офисно-делового центра «Бородино», Москва

Теплоэлектростанция собственных нужд газового месторождения «Находкинское», ХМАО

➔ Многоагрегатная электростанция в г. Чоучилла, Калифорния



➔ Электростанция собственных нужд аэропорта Мюнхен



видах газа, смешивание газов (например, биогаз и природный газ). Во время работы агрегат может максимально быстро переключаться с основного вида топливного газа на резервный.

### Реализация проектов

Среди интересных проектов, реализованных в России, можно отметить следующие:

- тригенерационная ТЭС в центре семейных покупок «Мы» мощностью 1,74 МВт (г. Липецк) – три энергоблока TCG2016V12, работающие на природном газе;
- тригенерационная ТЭС в гостинично-деловом центре «Бородино» (Москва), 4 x TCG2020V20 – 7,388 МВт, природный газ;
- ТЭС Находкинского газового месторождения (Лукойл), 4 x TCG2020V16K – 5,34 МВт, природный газ; 2 x TBD2016V12K – 1,33 МВт, дизельное топливо;

Компания имеет большой опыт строительства многоагрегатных электростанций. Так, в г. Чоучилла (Калифорния) совместно с компанией Stewart&Stevenson Turnkey Solutions всего за 160 дней установлена современная пиковая электростанция мощностью 52 МВт (16 x TBG2032V16) на природном газе.

Всемирно известный производитель процессоров – фирма AMD (Германия) оснащена электростанцией собственных нужд на базе 9 двигателей TCG2032V16 общей мощностью 31 МВт.

Оранжерея в голландской провинции Зее-ланд площадью 34 га является одной из самых крупных в мире. Для ее энергоснабжения компания поставила под ключ 12 энергоблоков TBG2020V16K и четыре TCG2020V20. Общая мощность станции составила 25 МВт, топливо – природный газ. Отработавшие газы двигателей используются для активизации роста цветов.

Электростанция из 22 установок MWM общей мощностью 30 МВт работает на шахтном метане у независимого поставщика энергии – Octagon Energy (Великобритания).

### Сервис

Обеспечение эксплуатационной надежности поставленного оборудования – один из основных приоритетов компании. Представительства отделов технического обслуживания MWM находятся более чем в 130 странах мира.

В России функции официального сервисного дилера выполняет ООО «Моторверк», входящее в Группу «КрафтИнвест». В сферу деятельности фирмы входит реализация гарантийных обязательств завода-изготовителя, ремонт, техническое обслуживание и сервисная поддержка поставленного оборудования.

Штат компании укомплектован высококвалифицированными специалистами, прошедшими обучение на заводе-изготовителе. Компания ООО «Моторверк» располагает филиалами в г.г. Москва, Тверь, Екатеринбург, Сочи и Красноярск – это позволяет оперативно реагировать на запросы заказчиков.

### Стратегия работы на рынке

Официальным дилером компании MWM GmbH является ООО «Чандлер Энерго». Фирма решает весь комплекс вопросов, связанных с продажей и дальнейшим сопровождением двигателей MWM, работающих на природном газе.

Компания готова предложить клиентам не только современное генерирующее оборудование, но и широкий спектр услуг, в том числе технические консультации, разработка технико-коммерческих предложений, максимально соответствующих требованиям заказчика, поставка оборудования на площадку, реализация проектов под ключ совместно с партнерскими организациями, обучение персонала.

По желанию заказчика специалисты ООО «Чандлер Энерго» готовы разработать и предложить различные финансовые схемы реализации проектов, такие как лизинг, кредитование, прямое инвестирование. Тесный контакт с партнерскими организациями, профессиональный подход к решению вопросов, активная и открытая позиция на рынке – корпоративные принципы компании «Чандлер Энерго».



Официальный дилер MWM на территории России  
ООО «Чандлер Энерго»

125040, г. Москва, ул. Нижняя, д. 14, стр. 5

Тел. (495) 663-32-61

info@chandler-energo.ru, www.chandler-energo.ru