

Энергоблоки Wartsila для энергоснабжения Азербайджана



In brief

Wartsila power plants for Azerbaijan power supply.

Since 2005 Wartsila has delivered six power plants to AzerEnerji. Six of these facilities have a generating capacity of either 87 or 104 MW.

Power for the plants comes from 10 or 12 Wartsila 20V34SG engines. The seventh, Shangachal Power Station, was commissioned at the turn of the 2011 and serves Baku.

Its output, 300 MW, is three times greater than the others. Inside the power plant 18 great Wartsila 18V50DF diesel engines spin at steady 500 rpm.

Normally the fuel of the V18 engines is natural gas, mixed with a small quantity of light fuel oil, but they can also be run on heavy fuel oil if needed.

А.А. Никитин – ООО «Вяртсила Восток»

А.А. Троицкий – ООО «Турбомашини»

Реализация масштабного проекта на базе высокоэффективных энергоблоков Wartsila значительно повысила надежность энергосистемы Азербайджана и обеспечила энергопотребление конкретных заказчиков. Около 20 % энергетики Азербайджана (750 МВт) обеспечивают 52 энергоблока 20V34SG на пяти площадках и 18 установок 18V50DF.

Развитие энергетики в Азербайджане

К началу 2000 года более 50 % оборудования электростанций в Азербайджане было устаревшим, их КПД составлял не более 25 %, и себестоимость электроэнергии, соответственно, была высокой. В связи с этим было принято решение закрыть шесть из существующих электростанций. Это вызвало острую нехватку электроэнергии, которая должна была восполняться за счет импорта из России. Но оставшиеся в эксплуатации электростанции располагались на западе страны, вдали от густонаселенного центра, в результате необходимо было использовать протяженные ЛЭП.

Стабилизация политической ситуации в стране в течение последних лет привела к активному росту национальной экономики. В результате ежегодный рост потребления электроэнергии был отмечен на уровне 10 %. Учитывая данные тенденции, правительство Азербайджана приняло программу всесторонней поддержки сектора энергетики. Основные задачи программы – срочная модернизация

существующих и строительство новых электростанций, создание инфраструктуры по передаче электроэнергии с целью надежного и бесперебойного энергоснабжения промышленных предприятий и жилого сектора.

Была поставлена задача в ближайшей перспективе отказаться от импорта электроэнергии. Поскольку потребность в ней возрастала, было решено строить децентрализованные модульные электростанции, которые можно возводить в кратчайшие сроки. Таким образом, в мае 2005 года было подписано соглашение о стратегическом партнерстве между компанией Wartsila и ОАО «АзерЭнерджи», в рамках которого построены пять газопоршневых электростанций общей установленной мощностью 450 МВт. Финансирование проекта осуществлялось под гарантии правительства Азербайджана.

Времени для реализации данного проекта потребовалось в разы меньше, чем для возведения обычных крупных электростанций. Площадки для строительства ГПЭС имеют стратегически важное для страны расположение:

Астара – южный регион, Шеки – северо-западный, Хачмаз – северо-восточный, Нахичевань – в непосредственной близости к Турции, Баку – столичный регион. К концу 2008 года в строительство электростанций и модернизацию инфраструктуры передачи электроэнергии было инвестировано более \$2,3 млрд. Не все специалисты, включая прессу и телевидение, были уверены в правильности выбора – считали, что решение является экономически неэффективным, и сомневались в возможности работы объектов в параллель с энергосистемой.

Компания Wartsila очень быстро отреагировала на потребности заказчика – ОАО «АзербЭнерджи». В феврале 2006 года, через 9 месяцев после подписания контракта, было поставлено, смонтировано и запущено в коммерческую эксплуатацию оборудование электростанции Астара. Остальные ГПЭС были введены в эксплуатацию в течение одного года. В результате общая установленная мощность электростанций страны увеличилась на 15 %.

Каждая ГПЭС состоит из 10 энергоблоков мощностью по 9 МВт, созданных на базе газопоршневых двигателей Wartsila 34SG. Их КПД составляет 44 % нетто фактически при любых условиях, в то время как средний КПД других электростанций, работающих в стране, – менее 30 %. Кроме того, двигатели имеют очень низкие уровни эмиссии, что обеспечивает благоприятную экологическую обстановку в районе эксплуатации. ГПЭС работают в базовом режиме, используя в качестве топлива природный газ. Позднее, когда будут построены большие электростанции, данные энергоблоки могут работать в пиковом режиме и покрывать более 30 % потребностей в электроэнергии.

В январе 2007 года ОАО «АзербЭнерджи» на основе успешного опыта сотрудничества принимает решение о строительстве еще одной электростанции в Сангачале (50 км к югу от Баку). В ее состав вошли 18 энергоблоков Wartsila 50DF мощностью по 17 МВт. В рамках контракта «под ключ» компания поставила основное энергетическое, вспомогательное и электротехническое оборудование, выполнила строительно-монтажные и пусконаладочные работы. Таким образом, в Азербайджане работают 52 энергоблока 20V34SG на пяти площадках и 18 установок 18V50DF. Их мощность составляет 750 МВт, что обеспечивает около 20 % потребностей Азербайджана в электроэнергии.

Реализация проекта

При строительстве крупных электростанций большое значение имеет гарантированное топливоснабжение. В этом случае использование трехтопливного двигателя Wartsila 50DF (газ,



Расположение электростанций Wartsila в Азербайджане

мазут, дизтопливо) решает проблему. Причиной выбора энергоблоков Wartsila был не только имеющийся положительный опыт их эксплуатации и возможность работы на газе или мазуте, но и короткие сроки возведения (по сравнению с ПГУ).

В ходе реализации проекта были модернизированы старые сети и диспетчерский пункт (сейчас он осуществляет мониторинг в режиме он-лайн). Станция расположена на территории бывшей базы, предполагавшейся для строительства АЭС в г. Навои. Площадку подняли на два метра, так как она находилась в низине. ГПЭС снабжает электроэнергией стратегические объекты Баку, нефтепровод Баку–Тбилиси–Джейхан, промзону, куда постепенно выводят предприятия и строящийся «город будущего».

ГПЭС расположена в легкосборном здании. Все работы выполнены компанией Wartsila (кроме административного корпуса), фундамент был подготовлен заказчиком. Предусмотрено место для установки котлов-утилизаторов выхлопных газов – они будут смонтированы в случае необходимости при развитии проекта. Экологические показатели станции полностью отвечают требованиям по уровню шума и эмис-

Проект электростанции мощностью 300 МВт в Сангачале



сии. Поскольку жилые дома находятся в 300 м от объекта, на энергоблоках установлены дополнительные системы шумоглушения и дымовые трубы высотой около 36 м.

Описание станции, система управления

Электростанция состоит из 18 генерирующих агрегатов, которые смонтированы в шести энергоблоках – по три в каждом. Блоки размещаются в двух машинных залах. Электрическая схема станции – секционная. В каждую секцию подключено по три агрегата, один блочный трансформатор 63 МВА и один трансформатор собственных нужд 2,5 МВА.

Для холодного пуска используется дизель-генератор на 500 кВА и два котла паропроизводительностью по 3 т/ч. В каждом блоке установлено по одному отопительному котлу производительностью по 3 т/ч. Техническое обслуживание проводится на месте, без демонтажа оборудования для отправки на завод-изготовитель.

Управление электростанцией осуществляется с центрального пульта и с рабочей станции WOIS двумя операторами. Пуск и останов агрегатов производятся в ручном или автоматическом режиме по команде оператора. Регулирование мощности и синхронизация также могут выполняться в автоматическом или ручном режиме. В автоматическом режиме система ПЛК (программируемые логические контроллеры) выполняет плавный пуск и останов, управление нагрузкой. Система постоянно контролирует состояние агрегата, поэтому энергоблок не может работать без поддержки ПЛК.

Рабочая станция WOIS используется для мониторинга состояния и важнейших параметров ГПЭС. Она включает в себя шесть дисплеев и позволяет визуализировать информацию и облегчает работу оператора.

Система WECS 8000 представляет собой встроенную систему управления двигателем,

рассчитанную на работу в сложных условиях. Встроенная система выполняет все функции контроля и общего управления, необходимые для работы двигателя Wartsila 50DF. Ее архитектура построена на распределенных электронных модулях, поэтому все измерения и управляющие воздействия выполняются в необходимых точках на двигателе. Точная структура системы зависит от конфигурации цилиндров двигателя.

Конструкция и преимущества двигателя

Трехтопливный газодизельный двигатель Wartsila 50DF – четырехтактный, с турбонаддувом, промежуточным охладителем и прямым впрыском топлива. Блок цилиндров выполнен цельнолитым, коренные подшипники – подвесные. Крышка подшипника поддерживается двумя гидравлически затягиваемыми и двумя горизонтальными боковыми шпильками. Коллектор охлаждающей воды отлит в блоке цилиндров двигателя. Крышки картера изготовлены из легкого сплава, они установлены на блоке цилиндров с резиновыми уплотнениями.

Гильзы цилиндров имеют высокие буртики и сверленные каналы охлаждения. Охлаждающее действие оптимизировано для обеспечения необходимой температуры внутренней поверхности. Гильза оснащена антиполировочным кольцом в верхней части отверстия цилиндра, предотвращающим опасность полирования стенок. Коренные триметаллические подшипники могут быть демонтированы опусканием крышки коренного подшипника. Для опускания и подъема крышек подшипников под каждой из них предусмотрен гидравлический домкрат. Коленвал – цельнокованный, сбалансирован противовесами.

Шатуны изготовлены объемной штамповкой и состоят из трех частей. Их конструкция аналогична шатунам судовых двигателей. Подшипник верхней головки шатуна имеет ступенчатую форму для увеличения опорных поверхностей. Подшипники нижних головок – триметаллические.

Комплект поршневых колец на двигателях Wartsila 50DF включает два хромированных компрессионных кольца и одно подпружиненное маслосъемное кольцо с хромированными кромками. На ранее выпускаемых двигателях в комплект поршневых колец входили три хромированных компрессионных кольца и одно хромированное подпружиненное маслосъемное кольцо. Канавки для поршневых колец в верхней части поршня закалены. Масло поступает в охлаждающие полости по каналу в шатуне. Конструкция охлаждающей полости обеспечивает оптимальное перемешивание.



➤ Трехтопливный
газодизельный
двигатель Wartsila 50DF

Часть поступающего в полости масла направляется для охлаждения юбки поршня через форсунки, расположенные в поршне.

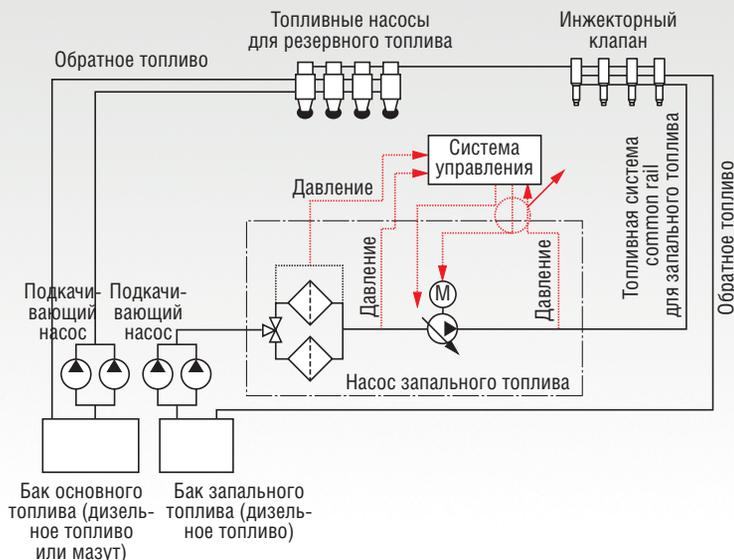
Головка цилиндра отлита из специального чугуна, она крепится четырьмя шпильками, затягиваемыми гидравлически. Головка имеет конструкцию с двумя стенками, а охлаждающая жидкость нагнетается от периферии к центру, обеспечивая эффективное охлаждение наиболее важных участков.

Впускные клапаны покрыты стеллитом, а стержни хромированы. Кольца седел клапанов – сменные, выполнены из специального легированного чугуна. Выхлопные клапаны уплотнены на кольцах седел с непосредственным охлаждением. На двигателях, работающих на мазуте (HFO), клапаны изготовлены из нимоника; на морском дизтопливе (MDO) или газе – седла клапанов из стеллита, а стержни клапанов хромированные. Кольца седел – взаимозаменяемые, изготовлены из материала, стойкого к коррозии и питтингу.

Распределительные валы состоят из отдельных поцилиндровых элементов с составляющими единое целое кулачками. Шейки подшипников представляют собой отдельные секции, что позволяет демонтировать распредвал в поперечном направлении. Инжекторные насосы имеют встроенные следящие ролики, на которых можно регулировать базовый размер с помощью винта толкателя. Насосы и топливопроводы расположены в закрытом пространстве (в блоке для разогрева при работе на тяжелом дизтопливе).

Охладитель нагнетаемого воздуха оборудован водяным сепаратором (уловителем водяного тумана). Конструкция охладителя обеспечивает простоту техобслуживания. Внутренняя смазочная система имеет сварной масляный поддон, штуцеры маслопроводов и фильтр центробежного типа. Подачей воздуха в цилиндры управляет распределитель пускового воздуха, приводимый от распределительного вала.

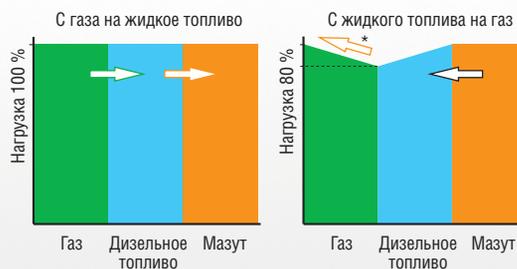
Двигатель 50DF оснащен масляным насосом с приводом от основного мотора. Он может быть укомплектован различными системами хранения масла (как для «сухого», так и «мокрого» картера). При этом в обоих случаях смазочное масло проходит очистку в основном вне двигателя. Перед подачей в двигатель масло проходит через полнопоточные бумажные фильтры грубой и тонкой очистки блоков автоматического и контрольного фильтров. Отдельный центробежный фильтр служит индикатором уровня чистоты масла. Одновременно используется система предварительного подогрева смазочного масла для безопасного пуска двигателя, что снижает износ его деталей.



Новая модификация Wartsila 50DF оснащена передовой системой охлаждения, обеспечивающей эффективный отвод избыточного тепла от всех теплонагруженных деталей двигателя. Она состоит из двух отдельных систем – высокотемпературной (ВТ) и низкотемпературной (НТ). Система ВТ обеспечивает охлаждение гильз и головок цилиндров, НТ – смазочного масла. Обе системы связаны с двухступенчатым охладителем воздуха.

Трехтопливная система двигателя Wartsila 50DF

Двигатели с V-образным расположением цилиндров комплектуются также открытой системой охлаждения, при которой охлаждающие контуры подключаются отдельно. При этом реализуются максимально эффективные схемы отвода избыточного тепла и системы охлаждения. Система НТ в стандартном исполнении всегда соединена со второй ступенью охладителя подаваемого в двигатель воздуха, в то время как ВТ соединена с системой охлаждения рубашки двигателя. Обе системы имеют привод от основного двигателя.



В трехтопливной модификации двигателя для работы на мазуте используются двойные форсунки. Дизельное запальное топливо также используется при работе на мазуте для охлаждения и очистки форсунок запального топлива.

* Время, необходимое для достижения полной мощности при переходе на газ, зависит от продолжительности работы двигателя на мазуте. Расход запального топлива менее 1%.

Переход трехтопливного двигателя Wartsila 50DF с газа на мазут

При создании модификации Wartsila 50DF значительное внимание уделялось также повышению эффективности турбоагнетателя. Был разработан агнетатель Monosrex, в конструкции которого учтены все преимущества импульсного и постоянного турбонаддува. Взаимодействие двигателя и турбоагнетателя организовано таким образом, чтобы минимизировать гидравлическое сопротивление потоков выхлопных газов и всасываемого воздуха.

Выводы

Реализация масштабного проекта значительно повысила надежность энергосистемы Азербайджана и обеспечила энергопотребление конкретных заказчиков. Ввод ГПЭС позволил стабилизировать сеть по напряжению и частоте, что улучшило качество электроэнергии. Решен вопрос децентрализации (основные ТЭС расположены на севере, и при передаче энергии через горы часто случаются аварии на ЛЭП). Устранены полностью потери на передаче, исключены веерные отключения. Станции работают в базовом режиме. Весной они обеспечивают пиковое потребление, так как ГЭС в горах сбрасывают воду и вырабатывают много электроэнергии.

ГПЭС отличаются надежностью: не надо отключать станцию при возникновении чрезвычайных ситуаций в сетях. Так, например, зимой текущего года в сильные морозы несколько крупных газотурбинных электростанций в районе Баку были остановлены из-за проблем с охлаждением – замерзло Каспийское море, и начались отключения.

Поскольку опыт эксплуатации энергоблоков оказался положительным, азербайджанские заказчики заинтересованы в продолжении взаимовыгодного сотрудничества с компанией Wartsila по установке новых мощностей, в том числе и в районе Баку.

🔧 **Электростанция в Сангачале состоит из 18 генерирующих агрегатов, смонтированных в шести энергоблоках, по три в каждом**



Компания Wartsila

Компания Wartsila, ведущая свою историю со середины 1830-х гг., обладает огромным опытом в области проектирования, строительства и поставок электростанций на условиях «под ключ», ежегодно реализуя более 100 проектов, в том числе и на территории бывшего СССР. На данный момент Wartsila насчитывает 49 553 МВт установленной мощности на 4 613 электростанциях, созданных на базе 10 218 двигателей, в 169 странах мира. Кроме того, компания имеет более 137 ГВт установленной мощности основных или вспомогательных двигателей для морского флота, в том числе на торговых, оффшорных, круизных и специальных судах и паромах. Фактически каждое третье судно в мире оснащено двигателями Wartsila, а каждое второе – обслуживается ее специалистами. Из указанного общего количества 24 электростанции созданы на базе двигателей семейства Wartsila 50 (114 двигателей в 13 странах мира общей электрической мощностью 1 913 МВт).

Компания является ведущим поставщиком эффективных и гибких технологий производства электроэнергии на основе двигателей внутреннего сгорания, работающих на различных жидких и газообразных видах топлива. Модельный ряд Wartsila состоит из электростанций мощностью до 500 МВт и включает предложения для нефтегазовой промышленности. Предлагается исчерпывающий комплекс услуг от разработки проекта и его финансирования до эксплуатации и технического обслуживания станций.

Эксплуатационная гибкость, высокий КПД, низкий уровень выбросов и надежность – все это позволяет использовать электростанции Wartsila для стабилизации сети, покрытия пиковых нагрузок, в качестве базовых стационарных и плавучих источников электроэнергии, а также в области промышленной генерации. Как показал опыт Азербайджана, технологические решения Wartsila могут применяться не только для электроснабжения одного промышленного предприятия, но и страны в целом.

Развитие альтернативных источников энергии, таких как ветер, солнце, биомасса, расширяет существующий ряд источников генерации. Вместе с тем, к таким новым источникам предъявляются повышенные требования по резервированию мощностей и эффективному управлению ими. Энергосистемы будущего должны обладать более динамичными и гибкими характеристиками, но которыми не отличаются сегодня генерирующие мощности, основанные чаще всего на паротурбинных технологиях.



Новая концепция электростанций компании Wartsila – S.M.A.R.T (интеллектуальный) – обеспечивает владельцам устойчивость бизнеса, многорежимную эксплуатацию, адаптированные технологии, надежность на протяжении всего жизненного цикла, топливную гибкость и энергоэффективность. Концепция S.M.A.R.T основана на трех постулатах:

1. Гибкость в эксплуатации. Обеспечивая надежную работу при любых режимах – от эффективной базовой нагрузки до динамического балансирования системы, электростанции Wartsila являются ключевыми для оптимизации энергосистемы. Они могут выдавать электроэнергию в сеть уже через 1 мин после пуска, а выходить на номинальный режим через 5 мин после пуска. Количество пусков и остановов для них практически не ограничено при сохранении высоких эксплуатационных параметров и не влияет на срок до капремонта. Электростанции Wartsila обеспечивают быстрое резервирование и следование нагрузке, покрытие пиковых нагрузок с типовой станционной готовностью 95 %, надежностью 97 % и пусковой надежностью более 99 %.

Интеллектуальные энергоустановки Wartsila, благодаря исключительным показателям по шуму и эмиссии, могут располагаться в непосредственной близости к потребителю, что снижает расходы на сетевую инфраструктуру. Немаловажным преимуществом установок является минимальный расход цикловой воды, а также низкий уровень давления топливного газа (0,5 МПа).

2. Высокая эффективность выработки энергии. Электростанции Wartsila проектируются на основе многоагрегатного принципа, что практически исключает перебои в подаче электроэнергии потребителям. Они обеспечивают оптимальный расход топлива, а также эффективную работу при частичных нагрузках в любых климатических условиях и регионах, включая жаркий климат и высокогорье. Имея КПД

в простом цикле более 48 %, энергоблоки являются оптимальными для использования в составе установок комбинированного цикла концепции Flexicycle.

3. Гибкость в использовании топлива. Много-топливность обеспечивает возможность надежной эксплуатации при работе на газообразном и жидком топливе, биотопливе, что становится все более актуальным сегодня. По оценкам аналитиков, все большее значение в качестве топлива будет приобретать газ, включая сланцевый. Как показали результаты испытаний, при использовании сланцевого газа энергоблоки Wartsila обеспечивают стабильную и эффективную выработку электроэнергии.

Эксплуатационная гибкость энергоблоков Wartsila проявляется в их способности эффективно работать на различных режимах. При этом они обеспечивают:

- высокую надежность эксплуатации при базовой нагрузке;
- быстрое следование нагрузке;
- поочередный запуск энергоблоков в составе электростанции при увеличении нагрузки в сети;
- покрытие пиковых нагрузок в сети;
- балансирование выработки электроэнергии при совместной работе с ветроэлектростанциями;
- быстрый старт, выход на номинальную мощность и останов при изменении ветровых нагрузок;
- очень быстрый, с нулевыми эмиссиями холодный резерв сети в любых непредвиденных случаях (пуск и начало выработки энергии в течение 1 мин с холодного старта, выход на номинальную нагрузку в течение 5 мин);
- балансирование энергосистемы – быстрое регулирование частоты и эффективный горячий резерв;
- быстрый запуск сети без внешних источников энергии при пропадании сети. **TD**

Строительство крупнейшей в СНГ электростанции на базе поршневых установок Wartsila