

Энергоснабжение в Азербайджане: современный подход

А. А. Троицкий – ООО «Турбомашины»

Бесперебойное энергоснабжение является ключевым фактором для экономического роста любой страны. Оно необходимо для всех современных производственных процессов. Это первоочередное требование, которое предъявляется ко всем энергетическим компаниям в мире. Простое увеличение генерирующих мощностей чаще всего не является оптимальным решением проблемы надежного энергоснабжения.

Когда Азербайджан был частью Советского Союза, генерирующих мощностей для обеспечения потребностей в электроэнергии было достаточно. Однако в последние годы экономика страны активно развивается. Экономический рост и рост потребления электроэнергии всегда тесно взаимосвязаны. На *рис. 1* показан рост потребления электроэнергии в Азербайджане за 1997-2005 гг.

Общая установленная мощность всех электростанций Азербайджана составляет около 4,5 ГВт, и ее рост в последние годы был незначительным. В результате, согласно данным на конец 2005 года, загрузка генерирующих мощностей составляла 63%. Ее уровень определяется соотношением общего количества потребленной электроэнергии за год к установленной мощности электростанций, которые эксплуатировались в течение всего года при базовой нагрузке. Это очень высокий показатель даже для современного энергетического оборудования, а если учесть, что большинство

электростанций в Азербайджане находятся в эксплуатации более 40 лет и давно выработали свой ресурс, то он является критическим. В развитых странах годовая загрузка мощностей на уровне 50% считается оптимальной. В этом случае обеспечивается достаточное резервирование мощностей для снятия пиковых нагрузок, а также для технического обслуживания или ремонта основного оборудования. Годовая загрузка мощностей более 55% приводит к постоянным перебоям в энергообеспечении.

Для решения этих проблем компания «Азербайджан-Энерджи» могла построить одну большую электростанцию мощностью 750 МВт. Тогда общая установленная мощность энергоблоков в стране увеличилась бы на 15%, и этого было бы достаточно. Однако такое строительство требует больших сроков, к тому же трудно было бы обеспечить бесперебойное энергоснабжение потребителей. Кроме того, Азербайджан не может в достаточном объеме использовать электроэнергию соседних стран при возникновении

аварийных ситуаций. Следовательно, потребовалось бы дополнительно вводить в эксплуатацию мощности для резервирования аварийных ситуаций на такой большой электростанции.

Если предположить, что потребность в электроэнергии в стране в какой-либо момент составит 2500 МВт и при этом имеется одна электростанция мощностью 750 МВт, то остальные энергоисточники должны обеспечить 1750 МВт энергии. Таким образом, в случае аварии на большой станции они должны будут выдать 750 МВт дополнительной мощности в доли секунды, т. е. работать при базовой нагрузке на 70% своей мощности. Но поскольку в потреблении электроэнергии наблюдаются постоянные колебания, загрузка станций не должна превышать 60% установленной мощности. Это резко снижает эффективность большинства существующих электростанций.

Для обеспечения надежности энергоснабжения нужно соблюдать основное правило: мощность отдельного энергоисточника в изолированной энергосистеме не должна превышать 5% от общей установленной мощности оборудования. В этом случае все станции будут работать эффективно.

Строительство большой станции потребует также мощных ЛЭП для доставки электроэнергии отдаленным потребителям. При этом линии электропередач сами могут стать причиной перебоев в энергообеспечении. Энергоблоки меньшей мощности обеспечат выработку электроэнергии в непосредственной близости от потребителей. Эффективным при этом является совместное производство электрической и тепловой энергии на таких станциях.

Поскольку воздействие малых энергоблоков на всю систему несоизмеримо меньше, чем большой станции, они могут эффективно работать на мощности, близкой к номинальной. В итоге, при рациональном выборе размеров энергоблоков потребуются меньшая установленная мощность энергосистемы, так как нужно будет меньше установок для резервирования. Поэтому наряду со строительством нескольких паровых установок мощностью 400 МВт

компания «Азербээнержи» приняла решение построить 4 электростанции по 87 МВт (10 энергоблоков по 8,7 МВт) и одну – мощностью 104 МВт (12 энергоблоков по 8,7 МВт) в наиболее энергодефицитных регионах. При этом отпала необходимость строительства дополнительных ЛЭП, что снижает потери при передаче и распределении электроэнергии. В условиях централизованной энергосистемы такие потери составляли более 15% выработанной энергии. Станции создаются на базе газопоршневых энергоблоков компании Wartsila мощностью 8,7 МВт с электрическим КПД более 44% (нетто).

Эффективность нового оборудования будет высокой независимо от уровня нагрузки. Система управления обеспечивает останов отдельных двигателей при снижении потребности в электроэнергии, а остальные энергоблоки при этом будут продолжать работать с номинальной мощностью. При необходимости остановленные двигатели запускаются в работу.

Компания Wartsila называет данный принцип построения электростанции «каскадным». Он обеспечивает экономию затрат на техническое обслуживание оборудования. Надежность и ремонтпригодность энергоблоков при таком подходе значительно выше, чем при любом другом. Аварийный останов одного из энергоблоков приведет к снижению мощности всего на 5% от общей мощности электростанции. В большинстве случаев остальные энергоблоки легко смогут покрыть образовавшийся дефицит мощности. Вероятность аварийного останова сразу двух энергоблоков в одно и то же время составляет всего 0,15%.

Первая газопоршневая электростанция была построена в течение 5 месяцев в г. Астара на юге страны. Строительно-монтажные работы по проекту были выполнены специалистами Wartsila совместно с компанией AZENCO (Азербайджан). Трансформаторная подстанция и другое электротехническое оборудование поставлено и смонтировано концерном АВВ. В настоящее время станция в г. Астара запущена в эксплуатацию и является на сегодня самой

Рис. 1. Рост потребления электроэнергии

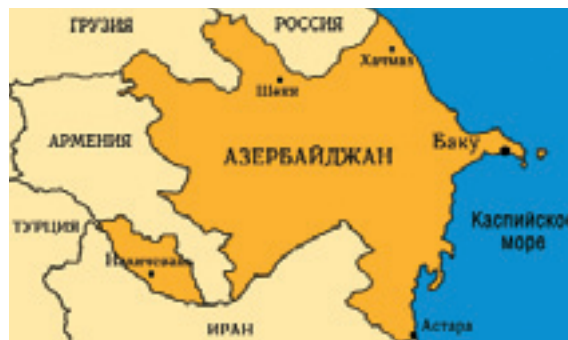
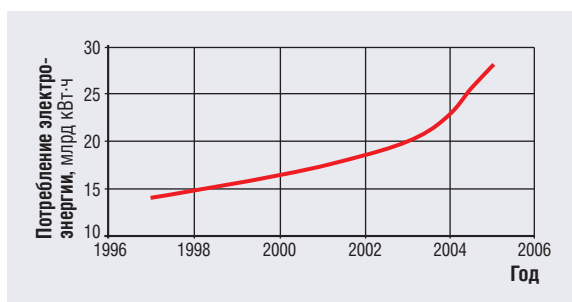


Рис. 2. Расположение электростанций Wartsila

мощной в СНГ. Ввод ее в эксплуатацию позволил ликвидировать дефицит электроэнергии. Остальные четыре электростанции будут построены в г.г. Шеки, Хачмаз, Нахичевань и Баку.

Для реализации проекта по строительству электростанции Международный банк Азербайджана привлек синдицированные кредиты Citigroup и Commerzbank в размере 30 млн долларов. Кроме того, более 100 млн инвестировал Исламский банк развития.

Описание станции Астара

Станция расположена в здании легкосборного типа. Отличительной особенностью конструкции является ее простота и надежность. В проекте использовано стандартное оборудование, все аналогичные детали взаимозаменяемы. Сборка оборудования осуществлялась на предприятии компании Wartsila в г. Ваза, что значительно сократило объем работ на объекте. Каркас здания собран из стальных конструкций с болтовыми соединениями. Внешние стены выполнены из облегченных многослойных элементов. Крыша состоит из несущих гофрированных трапециевидных стальных листов, между которыми проложены маты из теплозвукоизоляционного материала.

Фундаментом станции является бетонная плита, усиленная балками. Фундаментные подушки дизель-генераторов отделены от других конструкций упругим соединением.

Корпус электростанции разделен на два машинных зала, в каждом из них по 5 энергоблоков. В машинном зале находятся также баллоны пускового воздуха для двигателей (3x4,8 м³), вспомогательные модули двигателей и другое оборудование.

Топливная система станции состоит из впускного распределительного устройства, фильтрующего блока и газорегулирующей установки с системой продувки. На газовом впуске устанавливается оборудование для фильтрации газа и удаления из него конденсата и посторонних частиц. Основным элементом системы является газорегулирующая установка, которая представляет собой основную линию подачи газа. Она обеспечивает подачу как основного газа двигателя, так и газа для предкамер.

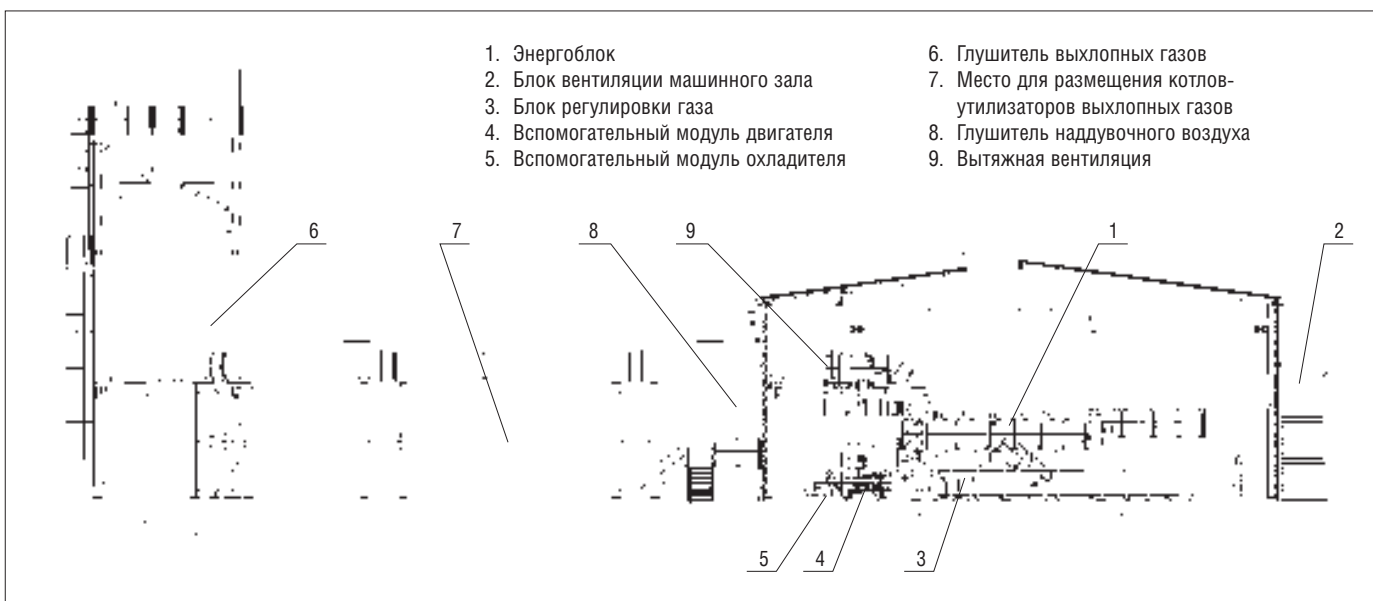
Система смазочного масла обслуживает всю электростанцию, обеспечивая подачу необходимого количества чистого масла для двигателей, а также временное хранение использованного масла перед его дальнейшей обработкой. Резервуары для свежего и использованного масла объемом по 13 м³ расположены внутри здания станции.

Силовое оборудование станции, система управления верхнего уровня находятся во вспомогательном блоке в центре здания – на двух уровнях. Вспомогательный блок отделен от машинных залов звукопроницаемой огнупорной перегородкой, которая почти полностью гасит акустическое воздействие и вибрацию работающих энергоблоков.

На первом уровне блока находятся помещения со шкафами распределительного устройства 6,3/6,3 кВ и 6,3/0,4 кВ, блоки преобразователей частоты и другое силовое оборудование. На втором уровне – диспетчерский зал, блок управления вентиляцией машинного зала, пульт управления подстанцией, преобразователи постоянного тока, а также служебные помещения.

Компрессорная рабочего и пускового воздуха располагается в помещении, примыкающем к

Рис. 3.
Газопоршневая электростанция в г. Астара



центральной части станции. Силовые трансформаторы находятся рядом с компрессорной.

Радиаторы низкотемпературного охлаждающего контура (по 2 комплекта на энергоблок) находятся на технологической площадке рядом с шумоглушителями. Выхлопные шахты двигателей с шумоглушением вынесены за пределы энергоцеха на 25 метров. Высота труб составляет 20 м над уровнем земли. Трубы собраны в пучки по 5 штук, что значительно повышает жесткость и ветроустойчивость конструкции.

В состав электростанции входит 10 энергоблоков Wartsila 20V34SG. Двигатель и генератор жестко закреплены на общей несущей раме, установленной на бетонном фундаменте. При монтаже энергоблока использована виброизоляция, имеющая гибкое крепление с фундаментом. Для этого применены стальные пружинные элементы.

Коленвал двигателя соединен с валом генератора при помощи упругой муфты. Резиновая муфта представляет собой гибкую во всех направлениях конструкцию. Гибкая полумуфта состоит из двух основных металлических узлов: внутренний узел с направленными наружу ребрами и внешний – с аналогичными ребрами внутрь. Между ними вставлены резиновые блоки для смягчения передачи, снижения крутильных колебаний и компенсации несоосности в любом направлении.

Станция работает в когенерационном цикле. Низкопотенциальное тепло, снимаемое с двигателей, используется для нужд теплофикации. В настоящее время разрабатывается проект по установке на станции котлов-утилизаторов выхлопных газов.

Газопоршневой двигатель

Двигатель Wartsila 20V34SG – среднескоростной, четырехтактный, работает на предварительно обедненных топливных смесях. Он имеет турбонаддув и систему промежуточного охлаждения. Двигатель оснащен современной микропроцессорной системой управления, которая обеспечивает высокую производительность и низкие уровни эмиссии. Это достигается путем индивидуальной регулировки процесса горения для каждого цилиндра.

Время пуска и нагружения двигателя определяется уровнем его подогрева. При соблюдении технологии пуска двигатель набирает нужную мощность за 10 минут.

Внутренняя система смазочного масла обеспечивает смазку подшипников и гильз цилиндров двигателя. Смазочное масло также используется для охлаждения днищ поршней. Маслосистема двигателя полностью встроена в агрегат.

Табл. 1. Технические характеристики энергоблока Wartsila 20V34SG*

Наименование параметра	Значение
Электрическая мощность на клеммах генератора, кВт(э)	8730
Электрический КПД при работе на природном газе, %	44,3
Частота вращения, об/мин	750
Напряжение генератора, кВ	6,3
Ежегодная минимальная гарантируемая наработка, ч	8 000
Минимальная гарантируемая наработка до капремонта и между капремонтами, ч	96 000
Назначенный ресурс, ч	300 000
Максимальный уд. расход топливного газа $\pm 5\%$, кДж/кВт·ч	7737
Максимальный расход смазочного масла, кг/ч	3,6
Габариты установки (ДхШхВ), мм	12666 x 3300 x 4646
Вес, кг	137 000

* – С учетом приводных насосов двигателя при нагрузке 100%, согласно ISO 3046 и при низкой теплотворной способности топлива. Допуск 0%. Метановое число > 80. Коэффициент мощности $\cos\phi = 0,8$.

В двигателе 20V34SG применяются два контура водяного охлаждения:

- высокотемпературный – для охлаждения головок и гильз цилиндров, а также первой ступени охладителя наддувочного воздуха;
- низкотемпературный – для охлаждения второй ступени охладителя наддувочного воздуха и смазочного масла.

Для пуска используется сжатый воздух с номинальным давлением 30 атм, нагнетаемый непосредственно в цилиндры через клапаны пускового воздуха. Для обеспечения горения применяются турбокомпрессоры – по одному на каждый блок цилиндров. Воздух в цилиндры подается через охладители наддувочного воздуха.

Установленные на двигателе выхлопные трубы отлиты из специального чугуна. При этом для каждого цилиндра предусмотрена отдельная секция. Секции труб соединяются сильфонами из нержавеющей стали для компенсации теплового расширения. Сильфоны используются также для соединения установленных на двигателе выхлопных труб с внешней трубопроводной системой, осуществляющей подачу выхлопных газов двигателя в турбокомпрессоры. Это предотвращает передачу вибраций двигателя на внешний газовый трубопровод и узлы воздушно-турбокомпрессора.

Для удобства обслуживания по периметру энергоблока установлены платформы с лестницами. Вспомогательный модуль двигателя поставляется полностью собранным и испытанным. В его состав входят: блок предварительного подогрева, термостатические клапаны водяной рубашки и низкотемпературной водяной системы, насос, клапаны и манометры, панель управления.