



Фото В. И. Ильина

У нефтяников есть энергичный попутчик – попутный нефтяной газ для электростанций нефтяных месторождений

В. Ю. Бетлинский, Р. А. Жердецкий – ЗАО «Сигма Технолоджис»

Попутный нефтяной газ (ПНГ) представляет собой смесь газо- и парообразных углеводородных и неуглеводородных компонентов, выделяющихся из нефтяных скважин и из пластовой нефти при её дегазации. В зависимости от района добычи и параметров сепарации из одной тонны нефти получают от 25 до 800 м³ газа.

Основными компонентами попутных нефтяных газов являются углеводороды – от метана до гексана, включая изомеры C4-C6. Неуглеводородные компоненты попутных нефтяных газов представлены азотом, углекислым газом, гелием, аргонном, сероводородом (количество которого достигает иногда нескольких процентов), встречается водород.

Наиболее важной характеристикой, относящейся к использованию газа в газовом двигателе, является его детонационная стойкость. Она

определяется значением метанового числа. Метан, обладающий высокой детонационной стойкостью, имеет индекс 100. Напротив, метановое число бутана равно 10, а водорода – 0. Метановое число ПНГ рассчитывается специальной методикой, и в зависимости от района промысла и условий добычи его значение составляет от 25 до 95.

Наличие в ПНГ даже незначительного количества высоких углеводородов резко снижает метановое число газа и приводит к определенным проблемам при его сжигании как в газопоршневых, так и в газотурбинных установках.

Для газопоршневых двигателей основной проблемой является необходимость при низких значениях метанового числа снижать давление в цилиндрах, чтобы не допустить детонации смеси. Это, в свою очередь, приводит к снижению мощности двигателя и электростанции в целом.

Утилизация попутного нефтяного газа

Задача утилизации ПНГ стоит перед всеми нефтяными компаниями. Есть ряд объективных причин, по которым этот побочный продукт нефтедобычи, являющийся ценным сырьем нефтехимической промышленности, в огромных объемах сжигается в факелах.

Среди этих причин можно выделить следующие:

- удаленность от мест переработки;
- отсутствие необходимой транспортной инфраструктуры;
- необходимость строительства газоперерабатывающих заводов.

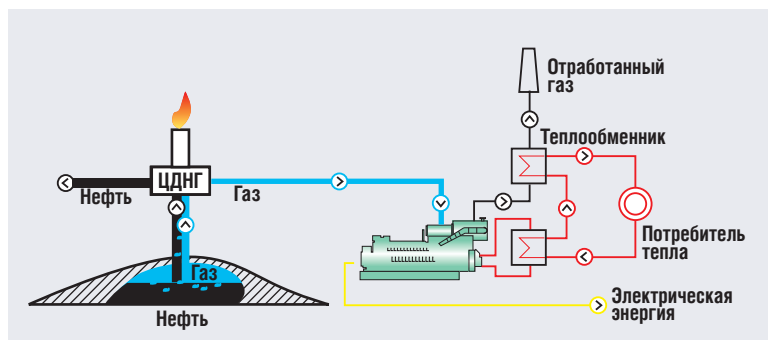
К сожалению, в настоящий период, когда все без исключения нефтяные компании увеличивают объем добычи нефти и, как следствие, увеличивается объем ПНГ, основные переработчики попутного газа не увеличивают мощности по его сбору и переработке. В связи с этим компании вынуждены самостоятельно решать проблему утилизации ПНГ. Хотя существует достаточно много способов использования нефтяного газа в производстве сырья для нефтехимии, наиболее эффективным и «проработанным» на сегодня является энергетическое направление — использование ПНГ в качестве топлива для газопоршневых электростанций.

При постоянном росте тарифов на электроэнергию и увеличении их доли в себестоимости продукции, использование ПНГ для выработки электрической энергии является экономически оправданным. Снижение затрат на строительство сетей и трансформаторных подстанций, отсутствие платы за подключение к энергосети позволяет частично или полностью компенсировать затраты, связанные со строительством собственных источников энергии. В процессе дальнейшей эксплуатации электростанций удастся добиться значительного экономического эффекта от таких инвестиций, так как себестоимость получаемой электроэнергии в 2-3 раза ниже установленных тарифов. В случае если есть возможность использовать тепловую энергию, эффективность применения станций еще более увеличивается.

Причинами, сдерживающими развитие нефтяными компаниями собственной энергетики, являются:

- низкая рентабельность инвестиций в энергетику по сравнению с инвестициями в добычу;
- отсутствие опыта строительства и эксплуатации подобных объектов;
- позиция энергетиков, не заинтересованных в развитии нефтяными компаниями собственной генерации.

Однако такая ситуация начинает постепенно изменяться. Согласно прогнозам, уже в 2008 го-



ду основной плацдарм российских нефтяников — Тюменская область станет энергодефицитным регионом, и строительство собственных электростанций будет одним из основных вариантов энергоснабжения новых месторождений. Этот факт, а также реформа, проводимая в энергетической отрасли страны, вероятно, изменят подход энергетиков к выдаче технических условий на совместную работу с электростанциями, строящимися нефтяниками.

Новая концепция — отделение тяжелых фракций с последующим использованием в энергетике

Высокие фракции углеводородов, создающие определенные проблемы при использовании ПНГ в качестве топлива, являются ценным нефтехимическим сырьем. Очевидным решением проблемы является разделение процесса утилизации ПНГ на два этапа — выделение из сырья высоких углеводородов и сжигание прошедшего обработку газа с более высоким (по отношению к исходному состоянию) метановым числом в газопоршневом двигателе.

Первый объект

Первая в России электростанция GE Jenbacher, работающая на попутном нефтяном газе, была поставлена компании «Северная нефть» (Республика Коми) в 2002 году. Станция суммарной

➤ **Схема утилизации ПНГ в газопоршневой электростанции**

➤ **Блочная ГПЭС «Северная нефть» на Сандивейском месторождении**





🔗 **Эскизный проект электростанции контейнерного исполнения**



🔗 **Эскизный проект электростанции в здании из легковозводимых панелей**

электрической мощностью 3 775 кВт состоит из пяти энергоблоков в контейнерном исполнении. Она поставлялась в два этапа: три модуля заказчик заказывал тогда, когда первые два были успешно запущены в эксплуатацию.

Режим работы станции — автономный. Два энергоагрегата работают в режиме когенерации, поставляя на внутрипромышленные объекты около 1098 кВт тепла.

Одной из основных проблем, возникших при реализации этого проекта, стало высокое содержание серы в попутном нефтяном газе. Для ее удаления компания поставила заказчику систему газоподготовки, основанную на принципе связывания серы в момент прохождения газа через раствор NaOH (натриевый душ). Несмотря на некоторые сложности при запуске, система в целом смогла обеспечить высокую надежность и устойчивость работы машин. На настоящий момент наработка энергоагрегатов составляет около 25 тысяч часов. Обслуживание оборудования производится силами специалистов ОАО «Северная нефть».

🔗 **Электростанция на Еты-Пуровском месторождении «Сибнефть-Ноябрьскнефтегаз»**

Деятельность Power Solution Group и дочерней компании Sigma Technologies

Power Solution Group является официальным дистрибьютором продукции GE Jenbacher и через свою дочернюю фирму Sigma Technologies



осуществляет поставку газопоршневых электростанций в Россию.

Компания GE Jenbacher специализируется исключительно на производстве газовых двигателей и электростанций на их основе. Она предлагает двигатели, которые могут работать на различных газах — как с низкой теплотворной способностью (технологические газы химической промышленности), так и с очень высокой теплотворной способностью (чистый бутан, газы с высоким содержанием водорода). В этой области GE Jenbacher работает уже 50 лет, внося существенный вклад в конструирование и производство газовых двигателей.

Сегодня группа компаний Power Solution Group и Sigma Technologies предлагают полный перечень услуг по строительству газопоршневых электростанций — от поставки оборудования до проектирования, строительства, пуска в эксплуатацию и сдачи заказчику на условии «под ключ». При этом предлагаются электростанции в трех основных вариантах исполнения:

- контейнерное;
- из легковозводимых панелей;
- модульное исполнение.

По каждому из предлагаемых вариантов существует необходимый опыт, позволяющий в согласованные сроки построить газопоршневую электростанцию в полном соответствии с техническими требованиями заказчика. В настоящий момент компаниями Power Solution Group и Sigma Technologies реализовано (или находится в стадии реализации) 10 проектов по поставке и строительству электростанций, работающих на попутном нефтяном газе.

Нефтяная компания «Сибнефть-Ноябрьскнефтегаз»

Этот объект был сдан в эксплуатацию в 2004 году. Режим работы — автономный, с возможностью в дальнейшем организовать параллельную работу с сетью. Станция состоит из 10 энергоагрегатов JMS 320 GS-S.L/C контейнерного исполнения и быстровозводимого здания со всеми бытовыми и вспомогательными помещениями. Распределительное и трансформаторное оборудование в контейнерном исполнении, а также общестанционную автоматизированную систему управления поставила компания Siemens AG. Для запуска в автономном режиме крупных синхронных электродвигателей мощностью 1 600 кВт используются устройства плавного пуска. Станция по-своему уникальна, так как по требованию заказчика может быть в короткие сроки демонтирована и разделена на две электростанции по 5 МВт каждая. Это позволяет заказчику более оперативно решать свои производственные задачи.



Нефтяная компания «Голойл»

Количество и тип — **2хJMS 320**

Тип топливного газа — **попутный**

Электрическая мощность — **1 425 кВт**

Тепловая мощность — **1 928 кВт**

Поставка, монтаж под ключ и пусконаладочные работы ГПЭС контейнерного исполнения, с утилизацией тепла, включая ЗРУ 6,3 кВ; НРУ; АСУ.

Тюменская обл., Нижневартовский р-н, п. Новоаганск, ул. Центральная, д. 9а



Нефтяная компания «Томская нефть»

Количество и тип — **3хJMS 320**

Тип топливного газа — **попутный**

Электрическая мощность — **3 000 кВт**

Тепловая мощность — **3 905 кВт**

Поставка, монтаж под ключ и пусконаладочные работы ГПЭС контейнерного исполнения, с утилизацией тепла, включая ЗРУ 6,3 кВ; НРУ; КТП 6,3/0,4 кВ; АСУ; газоподготовка.

г. Томск, ул. Мокрушина, д. 9, стр. 16



Нефтяная компания «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь»

Количество и тип — **6хJMS 320**

Тип топливного газа — **попутный**

Электрическая мощность — **6 000 кВт**

Тепловая мощность — **3 300 кВт**

Поставка, монтаж под ключ и пусконаладочные работы ГПЭС контейнерного исполнения, с утилизацией тепла, включая ЗРУ 6,3 кВ; НРУ; КТП 6,3/0,4 кВ; АСУ; газоподготовка.

Тюменская обл., г. Урай, ул. Ленина, д. 116а



Нефтяная компания «ТНК-ВР Новосибирскнефтегаз»

Количество и тип — **1хJGC 620**

Тип топливного газа — **попутный**

Электрическая мощность — **2 000 кВт**

Поставка, монтаж и пусконаладочные работы ГПЭС контейнерного исполнения.

г. Новосибирск, ул. Октябрьская, д17/1



Нефтяная компания «Сургутнефтегаз»

Количество и тип — **4хJGC 320**

Тип топливного газа — **попутный**

Электрическая мощность — **4 000 кВт**

Инжиниринг, поставка оборудования, шефмонтажные и пусконаладочные работы, техническое обслуживание.

Восточно-Еловое месторождение



Электростанция Северо-Даниловского месторождения (36 МВт)

Основная задача при строительстве данного объекта — повышение энергонезависимости и надежности электроснабжения нефтяного месторождения за счет использования ПНГ.

Площадка под электростанцию была выбрана в 40 км от г. Советский — на территории БКНС Северо-Даниловского месторождения ОАО «Лукойл-Западная Сибирь». Строительство началось в марте 2005 года, монтаж технологического оборудования и сборка конструкций здания — в июне. Пусконаладочные работы были начаты в октябре и закончились в феврале 2006 г., на проектную мощность 36 МВт электростанция вышла в мае этого года.

В основе станции 12 газопоршневых агрегатов JGS 620 GS-S.L/C единичной мощностью 3047 кВт. Напряжение на клеммах генераторов 6,3 кВ. Часть производимой станцией электроэнергии потребляется непосредственно на месторождении, часть передается на другие объекты ОАО «Лукойл-Западная Сибирь».

Конструкция здания (25х60 м) — металлический несущий каркас. Ограждающие конструкции — трехслойные сэндвич-панели. В состав станции включена повышающая трансформаторная подстанция 6,3/35 кВ. Учитывая высокие требования к надежности, основным принципом при строительстве станции было дублирование всех систем. Это обусловило технологическую схему электростанции, состоящую фактически из двух независимых друг от друга электростанций.

Технологическое оборудование в машинном зале расположено на трех уровнях:

Первый — генерирующее оборудование, насосы, клапаны, распределительные устройства 0,4 кВ; 6,3 кВ; 35 кВ;

Второй — глушители шума, вентиляционные камеры, технологические трубопроводы, теплообменники;

Третий — технологические трубопроводы, клапаны, теплообменники, АВО, воздушные клапаны.

В административном корпусе расположены

операторная, склад, маслохозяство, АДЭ, а также помещения для персонала.

Двигатели GE Jenbacher 620, несмотря на использование в качестве топлива попутного газа, выдают полную мощность — 3047 кВт каждый. Они изготовлены под данный состав газа и испытаны на заводе-изготовителе. На ГПЭС двигатели смонтированы компанией Sigma Services — сервис-партнером GE Jenbacher в России. Пусконаладка осуществлена этой же компанией при участии специалистов завода-изготовителя.

Электротехническое оборудование поставлено компанией Siemens AG. Оно включает в себя распределительные устройства, трансформаторы, систему АСУ ТП. Высоковольтное распределительное устройство выполнено на основе необслуживаемых элегазовых выключателей, управление которыми полностью автоматизировано и осуществляется АСУ станции. Оборудование полной заводской готовности было поставлено комплектно и потребовало со стороны наладочной организации минимальных затрат времени при монтаже и настройке.

Система газоподготовки станции представляет собой сложный комплекс оборудования: различные сепараторы, фильтры, редукторы, хроматограф и др. Каждый двигатель оснащен аварийным сепаратором, чтобы предотвратить попадание конденсата при аварийных выбросах нефти.

Газопоршневая станция на Северо-Даниловском месторождении является самой мощной в России электростанцией, работающей на попутном нефтяном газе. При производстве электроэнергии двигатели вырабатывают также и тепловую энергию, которая используется в качестве основного источника теплоснабжения.

Немаловажный аспект работы станции — экологический. Весь газ, поступающий на станцию, а это 70 млн м³ в год, до недавнего времени сжигался в факелах. Его использование в качестве топлива позволило компании существенно сократить «экологические» штрафы, также обеспечивается дополнительный доход от продажи квот в соответствии с условиями Киотского протокола.

В настоящее время эксплуатацией электростанции занимается компания Sigma Services, обеспечивая бесперебойную работу всего комплекса оборудования.

Мы уверены, что опыт, который накоплен GE Jenbacher по проектированию и изготовлению газопоршневых двигателей, работающих на попутном нефтяном газе, а также опыт Power Solution Group и ее дочерней компании Sigma Technologies по строительству электростанций под ключ на основе агрегатов GE Jenbacher будет востребован предприятиями нефтяной отрасли. ■