

А. П. Харитонов, Е. А. Бусарев, В. Е. Макаров,  
Ш. Ш. Биктимеров, Р. Н. Шайхутдинов

## ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ КОМПРЕССОРНЫЕ УСТАНОВКИ МАКСИМАЛЬНОЙ ЗАВОДСКОЙ ГОТОВНОСТИ ДЛЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ И НЕФТЕГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*Ключевые слова: центробежный компрессор, нефтехимия, нефтегазопереработка.*

*Современные требования по увеличению глубины переработки нефти и улучшению экологической обстановки в районах нефти и газодобычи предъявляют все новые и новые требования к компрессорному оборудованию, используемому в современных технологических установках нефтехимических и нефтегазоперерабатывающих комплексов. Одним из требований, предъявляемых к компрессорному оборудованию, в том числе к центробежным компрессорным установкам (ЦКУ), является требование по поставке ЦКУ максимальной заводской готовности.*

*Keywords: centrifugal compressor, petrochemistry, oil and gas processing.*

*Today's requirements for the intensification of the oil processing and for the improvement of ecological situation in the areas of oil and gas production constantly place the new standards for compressor equipment used in the modern process plants at petrochemical and oil and refining complexes. One of the requirements, being imposed to compressor equipment, including the centrifugal compressor plants, is the requirement for their supply in the state of maximum shop availability.*

Поставка ЦКУ максимальной заводской готовности имеет ряд преимуществ: минимальные капитальные затраты на строительство, удобство транспортировки, минимальные сроки монтажа и отладки, исключение дополнительных нестыковок в процессе монтажа и пуско-наладки. Вследствие чего позволяет существенно сократить сроки ввода в эксплуатацию установок.

Современные требования по увеличению глубины переработки нефти и улучшению экологической обстановки в районах нефти и газодобычи предъявляют все новые и новые требования к компрессорному оборудованию, используемому в современных технологических установках нефтехимических и нефтеперерабатывающих комплексах.

Еще одним из требований, предъявляемых к компрессорному оборудованию, в том числе к центробежным компрессорным установкам (ЦКУ), является требование по поставке ЦКУ максимальной заводской готовности. Такая поставка позволяет существенно сократить сроки монтажа, пуска и ввода в эксплуатацию современных ЦКУ.

Основой конструкции является компрессор, который представляет собой, как правило центробежную машину второй, третьей базы. Такие установки могут выполняться на производительности до  $100 \text{ м}^3/\text{мин}$ . и конечные давления 4 МПа.

К таким установкам относятся установки 2ГЦ2-14/25-40 УХЛ4, 2ГЦ2-23/21-37 УХЛ4, 3ГЦ2-62/4-26, 2ГЦ2-76/2,4-7,7 производства «НИИтурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа» и ОАО «Казанькомпрессормаш».

Компрессорные установки максимальной заводской готовности компактно агрегированы. Корпус сжатия, мультипликатор, приводной электродвигатель и система смазки установлены на общей раме, являющейся одновременно маслобаком. Охладители масла, если они водяные также монтируются на общей раме агрегата; если воздушные,

то устанавливаются за пределами машзала. Составные части таких установок выполнены в виде функционально завершенных агрегатов, полной заводской готовности и проходят проверку на предприятии-изготовителе, что позволяет снизить производственные потери и в сжатые сроки (30-40 дней) выполнить монтаж, пуско-наладку и сдачу установки в эксплуатацию.

В 2002 году для ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез» была спроектирована и поставлена компрессорная установка 2ГЦ2-23/21-37 УХЛ4 (рис. 1) для сжатия сырьевого газа в составе комбинированной установки гидрокрекинга и производства водорода комплекса глубокой переработки нефти.



**Рис. 1 - Компрессорная установка 2ГЦ2-23/21-37 УХЛ4**

Основные параметры КУ:

Производительность по условиям всасывания -  $23,3 \text{ м}^3/\text{мин}$

Давление газа на всасывании -  $21 \text{ кгс/см}^2$

Давление газа на нагнетании -  $37 \text{ кгс/см}^2$

Потребляемая мощность - 830 кВт

Габариты – 6000x2500x2500мм

В 2007 году была разработана компрессорная установка ЗГЦ2-62/4-26УХЛ4 (рис. 2) для сбора и транспортирования сырого попутного нефтяного газа для Покачевского месторождения нефти и газа ОАО «ЛУКОЙЛ».



**Рис. 2 - Компрессорная установка ЗГЦ2-62/4-26 УХЛ4**

Основные параметры КУ:

Производительность по условиям всасывания – 62 м<sup>3</sup>/мин  
Давление на всасывании – 0,39 кгс/см<sup>2</sup>  
Давление на нагнетании – 2,53 кгс/см<sup>2</sup>  
Потребляемая мощность - 1600 кВт  
Габариты – 8000x2200x1950мм

Компрессорная установка компактно сагрегатирована на раме-маслобаке и устанавливается на нулевой отметке фундамента с приводом от электродвигателя воздушного охлаждения мощностью 1600 кВт.

Корпус компрессора - двухсекционный с промежуточным охлаждением в аппарате воздушного охлаждения, подшипники масляные, сегментные. Уплотнения сухие, щелевые, с плавающими графитовыми кольцами. Агрегат смазки отсутствует, т.к. все его элементы смонтированы на раме-маслобаке агрегата компрессорного. Масляный холодильник - воздушный типа АВОМ.

Достоинством этой КУ является компактность, отсутствие водяных коммуникаций для охлаждения масла и газа, нет необходимости в воздухе КИП, т.к. вся арматура электроприводная, высокая степень агрегатированности.

Такая конструкция КУ позволяет сократить время от получения технического задания на проектирование до ввода в эксплуатацию до минимальных сроков.

Применение нефтяниками таких компактных центробежных КУ позволяет собирать и транспортировать попутный нефтяной газ с небольших месторождений.

В 2009 году для ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез» была спроектирована и поставлена компрессорная установка 2ГЦ2-14/25-40 УХЛ 4 (рис. 3). Компрессорная установка предназначена для подачи сырьевого газа на разогрев печи производства водорода комплекса каталитического крекинга.

Исходя из взрывоопасных свойств метаносодержащего газа к компрессорной установке

предъявлялись жесткие требования по обеспечению герметичности разъемов и взрывобезопасности.



**Рис. 3 - Компрессорная установка 2ГЦ2-14/25-40 УХЛ4**

Основные параметры КУ:

Производительность по условиям всасывания – 14 м<sup>3</sup>/мин  
Давление газа на всасывании - 25 кгс/см<sup>2</sup>  
Давление газа на нагнетании - 40 кгс/см<sup>2</sup>  
Потребляемая мощность - 614 кВт  
Габариты – 5300x2400x2000мм

Показатели надежности:

Полный назначенный ресурс не менее 25 лет  
Ресурс до капитального ремонта не менее 72000 ч.  
Наработка на отказ 16000 ч.

Компрессорная установка, как и все установки такого типа, компактно сагрегатирована. Составные части КУ выполнены в виде функционально завершенных агрегатов, полной заводской готовности, которые прошли проверку при заводских испытаниях в испытательном комплексе ЗАО «НИИтурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа»

Двигатель, мультипликатор, корпус сжатия и система смазки включая пусковой насос, маслоохладители, фильтры масла, подогреватели масла, запорную и регулируемую арматуру, трубопроводы маслосистемы, установлены на общей раме-маслобаке. Привод компрессора осуществляется от асинхронного электродвигателя через мультипликатор. Соединение электродвигателя и мультипликатора осуществляется посредством "сухой" пластинчатой муфты, а мультипликатора и корпуса сжатия - посредством зубчатой муфты с принудительной смазкой. Подвод масла к подшипникам электродвигателя, мультипликатора, компрессора, а также к зубчатому зацеплению мультипликатора и зубчатой муфте производится от основного насоса, установленного на корпусе мультипликатора. Система смазки принудительная циркуляционная со свободным сливом масла в маслобак.

В установке применена система сухих газодинамических уплотнений, которая

предназначена для предотвращения утечки сжимаемого газа из корпуса сжатия по валу на всех режимах работы и при стоянке. Она включает в себя уплотнения вала, систему регулирования и контроля и выполняет следующие функции: очистку газа в фильтрах; регулирование расхода и давления газа, подаваемого в уплотнения; контроль утечек газа и перепада давлений на фильтрах.

Установка оборудована байпасным клапаном, выполняющим функции антипомпажной защиты и предохранительного устройства, автоматически сбрасывающего газ на всасывание компрессора при возникновении в линии нагнетания давления выше установленного предела или уменьшении расхода меньше допустимых значений.

Система автоматизации установки 2ГЦ2-14/25-40 УХЛ4 разработана во взрывобезопасном исполнении и выполняет следующие функции:

- автоматическую проверку готовности компрессора к пуску;
- пуск компрессора с дистанционного щита и из помещения компрессорной;
- аварийный и плановый останов компрессора дистанционно и по месту;
- антипомпажную защиту на всех режимах;
- контроль технологических параметров работы и состояния оборудования
- предупредительную и аварийную сигнализацию;
- защиту компрессора от недопустимых режимов работы;

- контроль исправности технических средств СА.

Благодаря взрывозащищенному сенсорному монитору, установленному в машзале, контролировать работу установки, запускать и останавливать ее можно и из помещения компрессорной.

Установки такого типа успешно эксплуатируются в составе сложных технологических схем переработки попутного нефтяного газа, гидрокрекинга, замедленного коксования, каталитического крекинга нефтяной и нефтегазоперерабатывающей промышленности.

Компрессорные установки максимальной заводской готовности производства «НИИтурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа» и ОАО «Казанькомпрессормаш» имеют высокую надежность и эффективность, это позволяет успешно конкурировать на отечественном и мировом рынке центробежных компрессоров. Изготовление таких установок имеет большие перспективы в будущем.

## Литература

1. Баткис Г.С. Разработка и внедрение "сухих" газодинамических уплотнений для центробежных компрессорных машин / Баткис Г.С., Хайсанов В.К., Новиков Е.А., Лившиц Н.М., Максимов В.А. // Вестник Казанского технологического университета. - 2010. - №10. - С.305-314.

---

© **А. П. Харитонов** - гл. конструктор ЗАО «НИИтурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа», доц. каф. компрессорных машин и установок КНИТУ [niitk@kazan.ru](mailto:niitk@kazan.ru); **Е. А. Бусарев** – зам. нач. отдела ЗАО «НИИтурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа»; **В. Е. Макаров** - гл. специалист ЗАО «НИИтурбокомпрессор им. В. Б. Шнеппа»; **Ш. Ш. Биктимеров** – вед. инженер-конструктор ЗАО «НИИтурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа»; **Р. Н. Шайхутдинов** - нач. производственного комплекса ЗАО «НИИтурбокомпрессор им. В. Б. Шнеппа».