

Унификация агрегатного оборудования ГПА на базе стационарных газотурбинных установок мощностью 16, 25 и 32 МВт

О.В. Зорькина, С.К. Ерохин – ЗАО «РЭП Холдинг», Институт энергетического машиностроения и электротехники, Санкт-Петербург

Представлены результаты разработки унифицированных вспомогательных систем для ГПА различной мощности за счет устранения неоправданного многообразия изделий одинакового назначения и разнотипности их составных частей и деталей, приведения к возможному единообразию способов их изготовления, сборки, испытаний, комплекта поставки и установочных размеров на фундамент. Проработаны пути унификации вспомогательных систем, оптимальное число унифицированных элементов, а также целесообразность разработки полностью унифицированного агрегата. Выявлены критерии оптимизации количества унифицированного оборудования в составе ГПА для ГТД. Предложены технические решения по разработке конструкторской документации, адаптируемой к определенному проекту с наименьшими доработками.

ЗАО «РЭПХ» – разработчик и поставщик газоперекачивающих агрегатов для систем магистральных газопроводов и дожимного комплекса.

Сейчас серийный газоперекачивающий агрегат ГПА-32 «Ладога» на базе газотурбинной установки MS5002E и центробежных компрессоров разработки и производства ЗАО «РЭПХ» и других производителей, эксплуатируется и возводится на различных компрессорных станциях. Пилотный агрегат, на котором были выполнены доводочные работы, был поставлен на КС «Вавожская». Ими укомплектованы системы магистральных газопроводов Бованенково – Ухта, «Южный поток», «Северный поток», Ямбург – Тула.

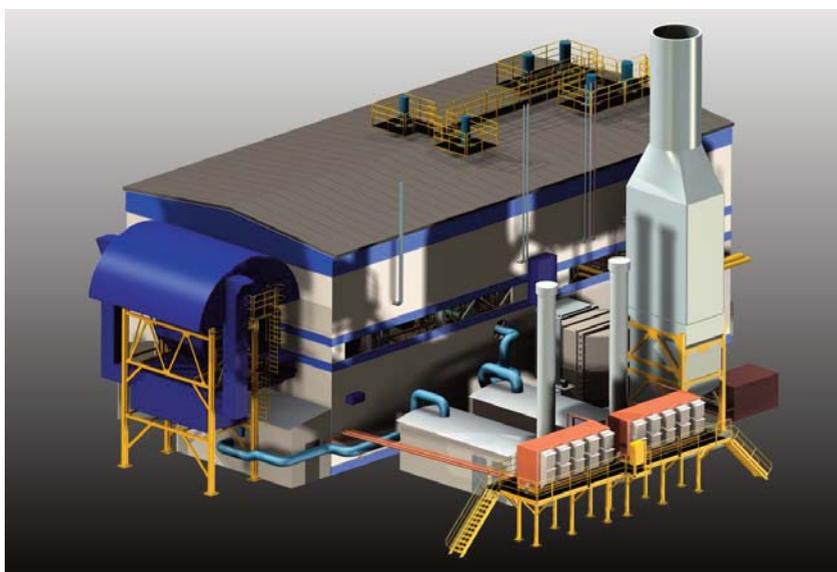


Рис. 1. ГПА-32 «Ладога» для КС «Новый порт»



Фото. ГПА-32 «Ладога» на компрессорной станции

Более того, разработаны ГПА-32 «Ладога» двух видов для дожимного комплекса, которые будут отгружены на КС «Новый порт» в начале 2015 года.

На основе опыта, полученного при локализации ГТУ MS5002E и разработке вспомогательного оборудования, институтом энергетического машиностроения ЗАО «РЭПХ» разработаны газоперекачивающие агрегаты на базе ГТУ 16, 25 и 32 МВт высокой степени унификации.

В ОАО «Газпром» эксплуатируется более 4200 ГПА суммарной мощностью более 47 млн кВт. Структура парка отличается большим разнообразием оборудования по типоразмерам. ОАО «Газпром» ведет масштабную работу по развитию российской газотранспортной системы, что связано с закупкой значительного числа газоперекачивающих агрегатов.

Парк ГПА, кроме разнообразия типоразмеров, отличается большим количеством изготовителей оборудования и, как следствие, большим разнообразием применяемых технических и проектных решений. В то же время российские производители выпускают ГПА, которые даже при одинаковой мощности весьма существенно различаются по всем остальным техническим параметрам, таким как масса, габариты, компоновка основных узлов. При этом каждый производитель имеет собственную концепцию агрегата.

Такое разнообразие конструктивных решений приводит к сложностям при проектировании и строи-

тельстве компрессорных станций. В частности, к невозможности начала проектирования компрессорных станций без выдачи изготовителями исходных данных на ГПА, что приводит к удорожанию строительства и увеличению сроков ввода агрегата в эксплуатацию.

В связи с новыми тенденциями, а также в рамках Программы долгосрочного сотрудничества между ОАО «Газпром» и ЗАО «РЭПХ» разработан унифицированный газоперекачивающий агрегат на базе газотурбинных двигателей различной мощности.

ГПА в индивидуальном укрытии ангарного типа выполнен таким образом, что позволяет использовать в своем составе любые газотурбинные двигатели.

В основе достижения унификации ГПА положен принцип модульного и секционного исполнения элементов агрегатных систем и блоков. Заранее заложенная в конструкцию унификация упрощает последующее совершенствование таких изделий и их приспособление к новым условиям.

Таким образом, добавляя или исключая какой-либо модуль (секцию) из комплекта конструкторской документации, можно получать изделие, соответствующее техническим характеристикам для всех типов ГТУ.

Например, комплексное воздухоочистительное устройство (КВОУ) состоит из нескольких секций. Нижняя секция работает на охлаждение турбоблока, а остальные секции – на очистку и подачу циклового воздуха. Расходы циклового воздуха для различных двигателей приведены в табл. 1.

Таким образом, изменение числа секций в составе КВОУ в соответствии с расходом циклового воздуха и изготовление КВОУ для различных двигателей происходит без изменения конструкторской документации с заранее заложенным переменным элементом.

Наглядно модульно-секционное исполнение систем на примере КВОУ представлено на рис. 2.

В целях приведения к рациональному минимуму типоразмеров, марок и форм вспомогательных систем ГПА, обеспечивающих работу газо-

<i>Зависимость числа секций КВОУ от расхода циклового воздуха</i>		<i>Таблица 1</i>		
	ГТУ-32	ГТУ-25	ГТУ-16	
Номинальный расход атмосферного воздуха, поступающего в ГТУ, кг/с	100	67	53	
Число секций КВОУ	4	3	3	
Номинальный расход атмосферного воздуха, подаваемого для охлаждения и вентиляции турбоблока, % от расхода циклового воздуха				20–30

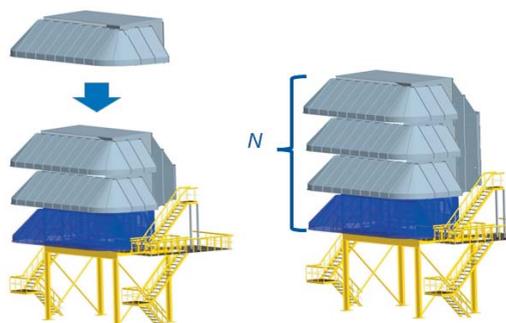


Рис. 2. Модульно-секционное исполнение систем ГПА на примере комплексного воздухоочистительного устройства (N – число секций КВОУ)



Рис. 3. Облик унифицированного ГПА

турбинных двигателей, проработаны конструкторские решения облика и технических характеристик систем, приемлемые для применения в составе ГПА газотурбинных двигателей различной мощности. Более того, для надежности газоперекачивающих агрегатов проработаны решения по размещению в индивидуальном укрытии ангарного типа ГПА всех систем, обеспечивающих полную автономность агрегата. Наличие в составе агрегата большого числа систем может привести к многообразию подобранного оборудования.

В составе унифицированного газоперекачивающего агрегата разработки ЗАО «РЭПХ» – более 20 систем, обеспечивающих автономность агрегата (табл. 2). Все перечисленные системы унифицированы в разной степени.

Во избежание получения излишне размеренных узлов в процессе достижения абсолютной (полной) унификации проработаны критерии оптимизации количества унифицированного оборудования.

Таким образом, неполностью унифицированные системы не влияют на однотипность проектной документации, не являются необоснованно унифицированными и помогают адаптировать конструкторскую и проектную документацию к определенному проекту.

Неполностью унифицированные элементы позволяют дорабатывать газоперекачивающий агрегат в соответствии с особенностями опреде-

ленного проекта, адаптации проектной и конструкторской документации к тому или иному географическому району поставки, составу газа, воздуха и других определенных требований заказчика.

Оптимально унифицированное число агрегатных систем позволяет осуществлять привязку к определенному проекту с наименьшими доработками и в то же время не отражается на проектной документации.

Унификация оборудования проработана таким образом, что в процессе привязки документации к определенному проекту доработки касаются лишь некоторых узлов и систем.

Таким образом, процесс адаптации конструкторской документации к определенному проекту не препятствует передаче исходных данных на проектирование на начальных стадиях проекта.

Степень унификации систем ГПА, %	Таблица 2
Система выхлопа	100
Система маслообеспечения (в зависимости от объема масла)	90
Система сепарации масляных паров	100
Система охлаждения и вентиляции ГТУ (в зависимости от расхода воздуха)	97
Система промывки ГВТ двигателя	100
Система дренажа	100
Система СГУ и буферного газа	100
Система разделительного газа	100
Система подачи и подготовки топливного газа (в зависимости от состава газа)	90–100
Воздухозаборная система	100
Электрооборудование	100
Освещение укрытия ангарного типа	100
Заземление	100
Оборудование КИП	90
Система приборного воздуха	100
Укрытие ангарного типа	100
Площадки обслуживания, лестницы и опоры	100
Системы вентиляции и обогрева укрытия	100
КСАУ ГПА (блок-контейнер)	100
Система видеонаблюдения	100
Система пожаротушения (не унифицирована внутри КШТ)	90
Система пожарной сигнализации и контроля загазованности	100

В процессе разработки агрегатных систем соблюдалась конструктивная преемственность: в новые изделия максимально внедрялись ранее применявшиеся детали и узлы с возможно большим числом одинаковых параметров, как правило, базовых и присоединительных размеров, обеспечивающих взаимозаменяемость и многократное использование проверенных конструкций (рис. 3). Системы блочного исполнения выполнены в полной заводской готовности.

При достижении унификации ГПА ЗАО «РЭПХ» руководствуется унификацией как технических, так и проектных решений.

Унификация технических решений достигается путем комплектации ГПА унифицированными элементами, в результате чего появляется возможность упростить монтаж, пусконаладочные работы, эксплуатацию, обучение персонала правилам работы и обслуживания за счет взаимозаменяемости узлов и деталей модульного исполнения и однотипности монтажных работ.

Унификация проектных решений достигается соблюдением единых размеров фундаментов и трассировки инженерных сетей.

Ожидаемые результаты унификации проектных решений:

- сокращение сроков разработки и корректировки документации;

- сокращение сроков в связи с возможностью начала работ параллельно с разработкой рабочей документации;

- эффективность работы заводов-изготовителей ГПА с проектными институтами и другими участниками проекта;

- совершенствование агрегата за счет устранения замечаний участников проекта.

Унификация агрегатных систем позволяет значительно уменьшить объем конструкторских работ и время проектирования, сократить сроки создания нового оборудования, снизить стоимость освоения новых изделий, повысить уровень механизации и автоматизации производственных процессов путем увеличения серийности, снижения трудоемкости и более налаженной организации управления проектами. При унификации повышается качество элементов ГПА, их надежность и долговечность благодаря более тщательной обработке технологичности конструк-

ции изделий и технологии их изготовления. Унификация снижает номенклатуру запасных частей, упрощает и удешевляет ремонт ГПА, улучшает основные технико-экономические показатели как заводов-изготовителей, так и эксплуатирующих организаций.

Использование унифицированного ГПА при строительстве новых газопроводов позволяет существенно сократить время разработки и стоимость конструкторской документации для ГПА, снизить металлоемкость. Кроме того, это дает дополнительную возможность управлять поставками оборудования для соблюдения сроков монтажа ГПА.

Унификация позволяет повысить серийность операций при изготовлении оборудования за счет устранения излишнего многообразия и, как следствие, удешевить производство, сократить время на его подготовку, оптимизировать сроки и затраты на проектирование и строительство компрессорных станций, а также значительно сократить финансовые вложения в их техническое обслуживание и ремонт. 

