

УДК 622.691.4.052.012

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

**О.В. Зорькина, С.К. Ерохин** (ЗАО «Институт энергетического машиностроения и электротехники», РФ, Санкт-Петербург)

E-mail: O.Zorkina@reph.ru

**В данной статье представлены результаты разработки унифицированных вспомогательных систем для газоперекачивающих агрегатов (ГПА) различных мощностей. Унификация вспомогательных систем для различных двигателей достигнута 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 вопросы реализации решения по унификации вспомогательных систем, способам ее достижения, оптимальному числу унифицированных элементов, а также о целесообразности разработки полностью унифицированного агрегата. Выявлены критерии оптимизации количества унифицированного оборудования в составе ГПА для газотурбинных двигателей различных мощностей. Предложены технические решения по разработке конструкторской документации, адаптируемой к определенному проекту с наименьшими доработками.**

**Ключевые слова:** компрессорная станция, вспомогательное оборудование, агрегатные системы, унификация газоперекачивающих агрегатов (ГПА), сроки строительства, снижение затрат.

**В** ОАО «Газпром» эксплуатируется более 4200 газоперекачивающих агрегатов суммарной мощностью более 47 млн кВт. Структура парка ГПА 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, который отличается по компоновке, внешним габаритно-присоединительным размерам, массе.

Такое разнообразие конструктивных решений приводит к сложностям при проектировании и строительстве компрессорных станций, в частности к невозможности начала проектирования компрессорных станций без выдачи изготовителями исходных данных на газоперекачивающий агрегат, что приводит к удорожанию строительства и увеличению сроков ввода ГПА 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 различных мощностей.

Газоперекачивающий агрегат в индивидуальном укрытии ангарного типа выполнен таким образом, что позволяет использовать в составе ГПА любые газотурбинные двигатели. Расположение в составе ГПА газотурбинных двигателей мощностями 16, 25 и 32 МВт представлено на рис. 1.

В основу 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.

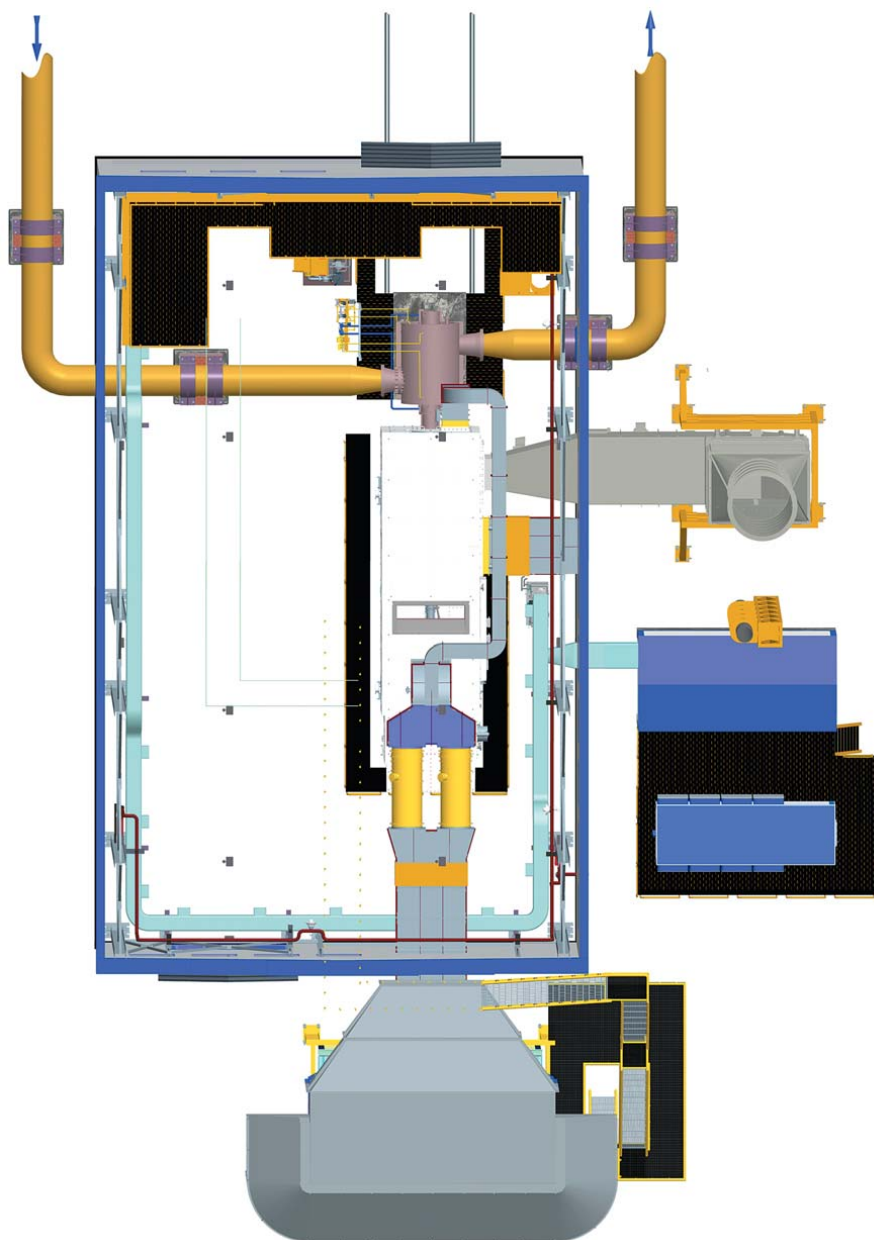
Таким образом, добавляя или исключая какой-либо модуль (секцию) из комплекта конструкторской документации, можно получать изделие, соответствующее техническим характеристикам для всех типов ГТУ.

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 изменений 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



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

Не полностью унифицированные элементы позволяют дорабатывать газоперекачивающий агрегат в соответствии с особенностями определенного 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. Адаптация касается той части документации, которая не связана с компоновочными решениями и заданием на фундамент.

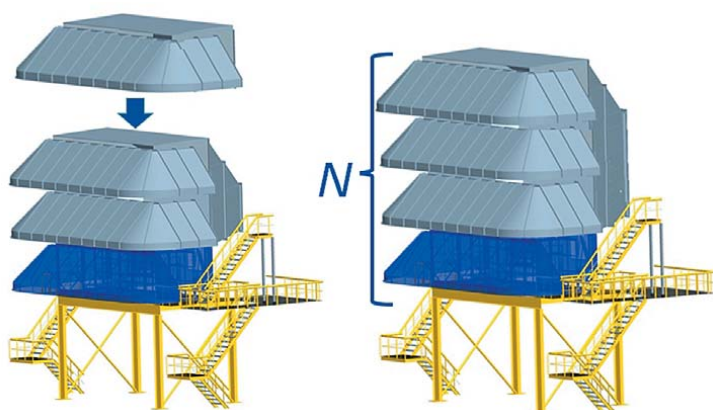
**Рис. 1. Расположение оборудования унифицированного газоперекачивающего агрегата на примере использования в составе ГПА газотурбинных двигателей мощностью 16, 25 и 32 МВт**

вспомогательных систем ГПА, обеспечивающих работу газотурбинных двигателей, проработаны конструкторские решения облика и технических характеристик систем, приемлемые для применения в составе ГПА газотурбинных двигателей различных мощностей. Более того, в целях повышения надежности газоперекачивающих агрегатов проработаны решения по размещению в индивидуальном укрытии ангарного типа ГПА всех систем, обеспечивающих полную автономность агрегата. Наличие в составе

**Таблица 1**

**Зависимость числа секций КВОУ от расхода циклового воздуха**

Наименование параметра	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 НВОУ)**

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

В процессе разработки агрегатных систем соблюдался принцип конструктивной преемственности: в изделия новой конструкции в максимальной степени внедряли

детали и узлы, уже применявшиеся в других конструкциях, с возможно большим числом одинаковых параметров, как правило, базовых и присоединительных размеров, обеспечивающих взаимозаменяемость и многократное использование уже проверенных конструкций. Системы блочного исполнения выполнены в полной заводской готовности.

**Таблица 2**

**Перечень систем ГПА с указанием степени унификации**

№	Вспомогательное оборудование ГПА	Степень унификации для различных двигателей, %
1	Система выхлопа ГПА	100
2	Система маслообеспечения	90 (в зависимости от объема масла)
3	Система сепарации масляных паров	100
4	Система охлаждения и вентиляции ГТУ	97 (в зависимости от расхода воздуха)
5	Система промывки ГВТ двигателя	100
6	Система дренажа	100
7	Система СГУ и буферного газа	100
8	Система разделительного газа	100
9	Система подачи и подготовки топливного газа	90-100 (в зависимости от состава газа)
10	Воздухозаборная система	100
11	Электрооборудование	100
12	Освещение укрытия ангарного типа	100
13	Заземление	100
14	Оборудование КИП	90
15	Система приборного воздуха	100
16	Укрытие ангарного типа	100
17	Площадки обслуживания, лестницы и опоры	100
18	Системы вентиляции и обогрева укрытия	100
19	КСАУ ГПА	100 (блок-контейнер)
20	Система видеонаблюдения	100
21	Система пожаротушения	90 (не унифицирована внутри КШТ)
22	Система пожарной сигнализации и контроля загазованности	100

Облик унифицированного газоперекачивающего агрегата представлен на рис. 3.

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

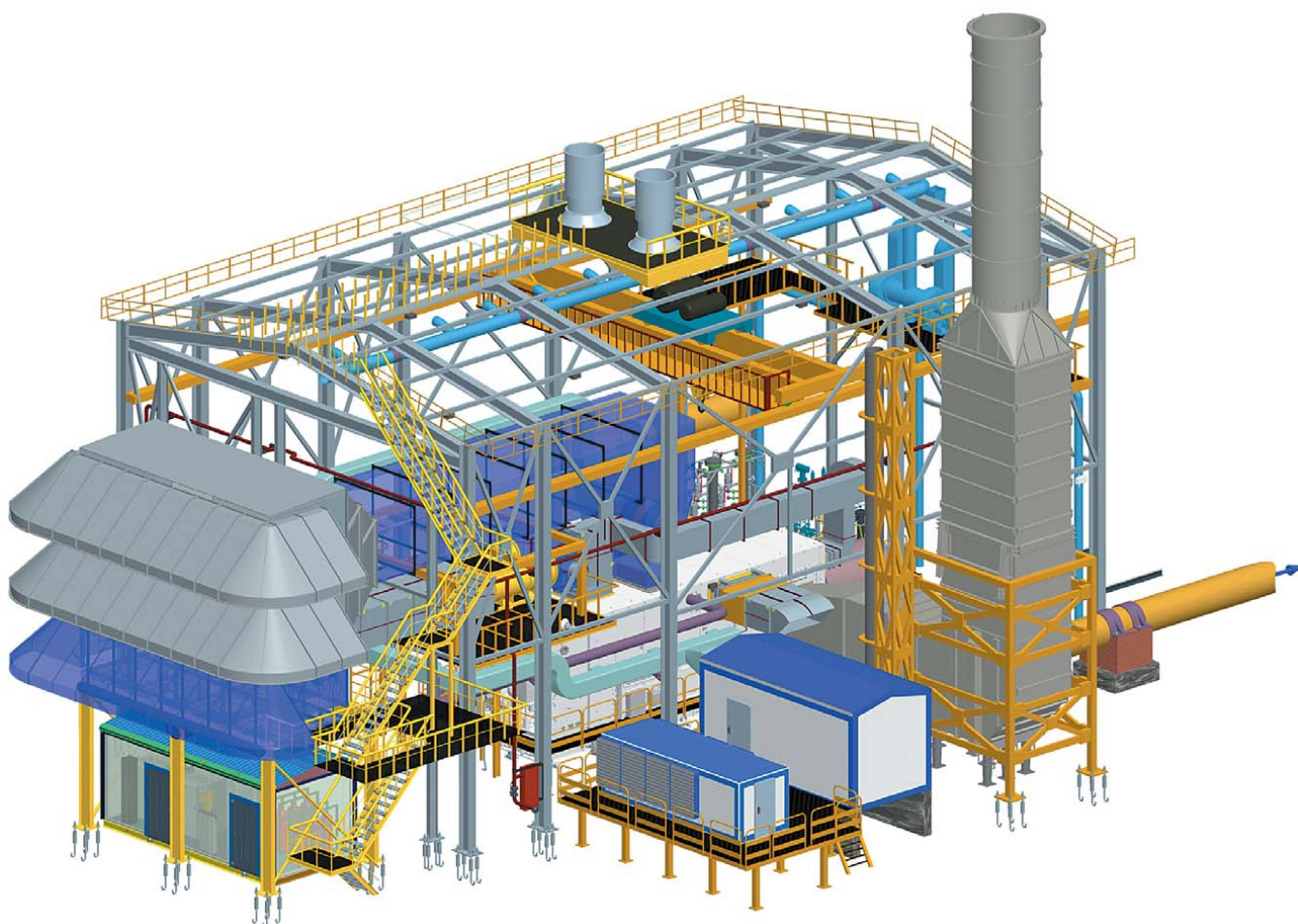
Унификация технических решений достигается посредством комплектации ГПА унифицированными элементами, в результате чего появляется возможность упростить процедуры монтажа, пуска, наладочных работ, эксплуатации, обучения персонала правилам работы и обслуживания за счет взаимозаменяемости узлов и деталей модульного исполнения и однотипности монтажных работ.

Унификация проектных решений достигается посредством соблюдения 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 период 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 повышаются качество элементов ГПА, их надежность и долговечность благодаря более тщательной отработке технологичности конструкции 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.



**Рис. 3. Облик унифицированного газоперекачивающего агрегата**

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.

### **Gas compressor part standardisation using fixed gas turbines in 16, 25, and 32 MW range**

**Zor'kina O.V., Erokhin S.K.** (Institute of power engineering industry and electrical engineering, RF, St. Petersburg)

E-mail: O.Zorkina@reph.ru

The authors summarise development of unified ancillary parts for gas compressors in a preset capacity range. This unification is achieved through reasonable cutting the counts of different similar components, coupled with underlying fabrication, assembly, and testing tools, delivery packages and site supporting structures. They also detail the underlying solutions involved in such unification, the methods, part count optimisation and address feasibility of total standardisation. In addition, the authors identify optimum criteria under choice of unification scope regarding such gas compressors,

specifically addressing gas turbines in a preset capacity range. Their proposals also cover design documents believed easily customisable for individual projects and assuming the smallest scope of follow-up improvements.

**Keywords:** compressor stations, ancillary equipment, aggregates, unification, fabrication, project lead time, cost minimisation.