

# ГПА-4РМП производства «ОДК-Газовые турбины» в составе Калининградского ПХГ



**In brief**  
*UEC-Gas turbines  
GPA-4RMP gas compressor  
sets for Kaliningradskoye  
UGS facility.*

*First stage of Kaliningradskoye underground gas storage station was commissioned in 2013. It consists of three GPA-4RMP gas compressor sets equipped with Ariel JGZ/6-2 compressors. At present UEC-GT, JSC signed a contract with Gazprom Invest to supply GPA-4RMP gas compressor sets with reciprocating compressors for second stage of Kaliningradskoye underground gas storage facility. Under the contract UEC-GT will manufacture and supply three GPA-4RMP gas compressor sets equipped with Ariel KBZ/6-2 reciprocating compressors.*

**Д. Н. Морозов – АО «ОДК-Газовые турбины», г. Рыбинск**

**Компрессорная станция Калининградского подземного хранилища газов, созданная на базе газоперекачивающих агрегатов рыбинского предприятия «ОДК-Газовые турбины», надежно обеспечивает область голубым топливом.**

**П**АО «Газпром» уделяет большое внимание развитию газоснабжения самой западной территории России – Калининградской области. В 2017 г. введены в эксплуатацию два новых резервуара на подземном хранилище газа. Это увеличило объем оперативного резерва газа в ПХГ более чем в два раза – с 70 млн м<sup>3</sup> до 156 млн м<sup>3</sup>. Построено два газопровода отвода к новым электростанциям в городах Гусев и Советск. Также продолжается создание терминала по приему, хранению и регазификации сжиженного природного газа в Калининградской области.

В сентябре 2013 года состоялся торжественный ввод в эксплуатацию первой очереди Калининградского ПХГ. Подземные хранилища газа позволяют оперативно вводить режимы закачки и переключаться на режимы отбора газа. Это дает больше возможностей для наиболее полного обеспечения топливом всей области. Опыт создания таких хранилищ в соляных пещерах был применен Газпромом впервые, сейчас он используется

в России при строительстве аналогичных объектов.

Газ в Калининградском ПХГ хранится в соляных кавернах – подземных пластах, из которых вымыта соль. Для его хранения созданы 14 подземных резервуаров полезным объемом по 400 тыс. м<sup>3</sup>. Цель создания ПХГ – обеспечить запасы газа для покрытия суточной и сезонной неравномерности потребления, его резервирования на случай аномально холодных зим, а также возможных аварий.

Новые подходы при строительстве подземных хранилищ газа потребовали иных решений и от поставщиков оборудования для таких объектов. Компания «ОДК-ГТ» (входит в состав Объединенной двигателестроительной корпорации), являясь комплексным поставщиком высокоэффективного энергетического и газоперекачивающего оборудования, предложила ПАО «Газпром» современное решение.

Для применения на подземных хранилищах газа на предприятии серийно изготавливается газоперекачивающий агрегат ГПА-4РМП

номинальной мощностью 4 МВт. Впервые в отечественной практике разработана модификация агрегата ГПА-4РМП. Это комбинированный газоперекачивающий агрегат с газотурбинным двигателем в качестве привода поршневого компрессора. Он создан специально для объектов, где требуется работа в широком диапазоне давлений при высоких степенях сжатия природного газа, в том числе для ПХГ в отложениях каменной соли.

К преимуществам ГПА-4РМП с поршневым компрессором относятся: а) возможность работы с высоким КПД практически в любом диапазоне изменения отношения давлений; б) простота регулирования производительности; в) отсутствие сложных антипомпажных систем.

Режимы работы подземного хранилища газа в соляных кавернах достаточно широки. В процессе наполнения резервуаров газ закачивается большими объемами с относительно низким давлением. По мере наполнения объемы газа снижаются, а давление растет.

Например, для Калининградского ПХГ поршневые компрессоры в составе ГПА-4РМП работают при степенях сжатия от 1,2 до 10,7. Центробежные лопаточные машины в таком режиме являются низкоэффективными, так как ограничены зоной устойчивой работы, границей помпажа, что требует постоянной смены проточной части при существенном изменении параметров работы. Таким образом, применение поршневого компрессора является наиболее эффективным решением.

С другой стороны, в качестве привода для ГПА-4РМП применяется именно газотурбинный двигатель, который обеспечивает весь диапазон работы агрегата по потребляемой мощности поршневого компрессора (от 1 до 4 МВт) в зависимости от режимов закачки/отбора газа. Для сравнения: поршневой двигатель, как правило, не рекомендуется запускать с нагрузкой менее 50 % на продолжительное время, иначе неминуем выход его из строя. Кроме того, ГТД сопоставимой мощности имеет гораздо меньшие габариты, массу и низкий уровень вибраций, чем газопоршневой двигатель, в результате заказчик может значительно сэкономить на фундаментах и общестроительных работах.

Применение на компрессорной станции комбинированного ГПА-4РМП позволяет совместить в одном агрегате преимущества поршневого компрессора и газотурбинного двигателя. Для России это абсолютно новая техника. АО «ОДК-ГТ» удалось решить главную задачу при проектировании такого оборудования – соединить два принципиально различных агрегата в единое целое.



С Газотурбинный двигатель ГТД-4РМ производства «ОДК-Сатурн»

На сегодня ГПА-4РМП является наиболее предпочтительным вариантом оснащения ПХГ в соляных кавернах. На Калининградском ПХГ установлены три агрегата с компрессорами JGZ /6-2 производства компании Agiel – это первая очередь строительства. Предприятие «ОДК-ГТ» в настоящее время изготавливает еще три аналогичных агрегата с компрессорами KBZ /6-2 для второй очереди компрессорной станции ПХГ, поставка которых запланирована на 2019 год, а ввод в эксплуатацию – на май 2020-го. Шесть ГПА-4РМП позволят обеспечить развитие Калининградского ПХГ до проектного активного объема – 800 млн м<sup>3</sup> газа.

Среди преимуществ поршневого компрессора (по отношению к центробежному) нужно отметить следующие:

- возможность работы с высокими значениями отношения давлений в одной ступени сжатия (до 3 и более): одна ступень ПК может выполнять работу 9 ступеней сжатия ЦБН;
- высокие значения адиабатического КПД – 0,82...0,87 (у ЦБН – 0,76...0,81);
- возможность работы с высоким КПД в широком диапазоне изменения отношений давлений;

Табл. Основные параметры агрегата ГПА-4РМП

Номинальная мощность ГПА в стационарных условиях (до температуры наружного воздуха +30 °С), кВт	4000
Эффективный КПД в стационарных условиях, не менее, %	32
Топливный природный газ	по ГОСТ 5542
Давление топливного газа на входе в ГТД, МПа	2,5 ± 0,3
Температура топливного газа на входе в ГТД, °С	+5...+60
Расход топливного газа на номинальном режиме в стационарных условиях, не более, кг/ч	923
Время непрерывной работы без дозаправки маслом, не менее, ч	700





- простота регулирования производительности, в т.ч. отсутствие сложных антипомпажных систем;
- низкая чувствительность к изменению температуры и плотности газа на всасывании.

С участием специалистов компании Agiel разработаны агрегаты с применением серийных поршневых компрессоров типа JGU/6, JGZ/6. В конструкции ГПА-4РМП учтен опыт компании по аналогичным зарубежным комбинированным агрегатам.

В качестве привода поршневого компрессора в составе новой модификации ГПА-4РМП применяется высокоэффективный сертифицированный газотурбинный двигатель ГТД-4РМ, серийно производимый АО «ОДК-Сатурн». Привод имеет номинальную мощность 4,1 МВт и КПД 32,4 % (согласно ISO). Газогенератор двигателя включает осевой однокаскадный 9-ступенчатый компрессор, кольцевую прямоточную камеру сгорания и осевую реактивную двухступенчатую турбину высокого давления. К газогенератору пристыкован модуль двухступенчатой силовой турбины. В нижней части переднего корпуса компрессора крепится коробка агрегатов двигателя. Частота вращения газогенератора – 14 440 об/мин, расход воздуха – 21,7 кг/с, степень сжатия компрессора – 12,1.

Компоновка ГПА-4РМП выполнена с использованием готовых модульных решений (блок ГТД, электротехнический блок, маслоблоки и др.). Учитывая габариты поршневого компрессора, а также необходимость размещения и обслуживания систем редуктора и поршневого компрессора, отсек компрессорной части агрегата выполнили ангарным.

Базовый комплект поставки агрегата ГПА-4РМП включает:

- газотурбинный двигатель ГТД-4РМ на раме;
- блок ГТД с системами освещения, отопления, вентиляции и др.;
- блок электротехнический, в том числе отсек НКУ – шкафы РУ-04;
- отсек САУ – шкафы системы управления МСКУ 5000;
- всасывающий тракт ГТД с комплексным воздухоочистительным устройством и шумоглушением;
- тракт выхлопа – дымовая труба со вспомогательным шумоглушителем и котлом-утилизатором (при необходимости);
- подсистема топливопитания, блок фильтров, расходомер (при необходимости) и регулирующая арматура;
- аппараты воздушного охлаждения масла для ГТД, редуктора и компрессора;
- ангар под компрессор.

Уникальные технические характеристики ГПА-4РМП предполагают и более широкое их применение. В частности, это оборудование способно решить проблемы добычи на низкодебитных месторождениях газа, где наблюдается падение пластового давления. Эффективно использование ГПА-4РМП и при строительстве дожимных компрессорных станций на газопроводах попутного нефтяного газа.

Сегодня ГПА-4РМП успешно эксплуатируются на КС «Рождественская» Северо-Ставропольского ПХГ, готовится к вводу оборудование на компрессорной станции Волгоградского ПХГ. Таким образом, выполнив техническое задание ПАО «Газпром», компания «ОДК-ГТ» не только помогает своему партнеру решать государственную задачу бесперебойного газо-снабжения регионов, но и создает уникальное оборудование самого широкого спектра применения. **TD**