

Ибрагимов Евгений Рашитович

Генеральный директор, кандидат технических наук
niitk@niitk.ru

Ахметзянов Альберт Мингаязович

Первый заместитель генерального директора
niitk@niitk.ru

Новиков Евгений Александрович

Заместитель генерального директора по НИОКР, Доктор технических наук
niitk@niitk.ru

АО «НИИТурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа» (Группа ГМС) г. Казань, Россия

**НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ ГРУППЫ ГМС, КОМПРЕССОРЫ ДЛЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ГАЗОВ**

Аннотация. Одним из лидеров в области разработки, изготовления и сервисного обслуживания компрессорного оборудования для газовой, нефтяной, химической промышленности является Группа ГМС. Собственные разработки позволяют предложить отдельные агрегаты, а также комплексные решения на основе центробежных и винтовых компрессоров для широкого поля технологических параметров и газов.

Ключевые слова: Центробежный компрессор, винтовой компрессор, газоперекачивающий агрегат, СПГ, НИОКР.

Ibragimov Evgeniy R.

General Director, Candidate of Technical Sciences
niitk@niitk.ru

Akhmetzyanov Albert M.

First Deputy General Director
niitk@niitk.ru

Novikov Evgeny A.

Deputy Director General for Research and Development, Doctor of Technical Science
niitk@niitk.ru

AO "Niiiturbokompressor by the name of V. B. Shnepp" (GMS Group), Kazan, Russia

**NEW DEVELOPMENTS OF THE GMS GROUP, COMPRESSORS FOR
TECHNOLOGICAL GAS.**

Annotation. One of the leaders in the development, manufacture and maintenance of compressor equipment for the gas, oil, chemical industry is a group of GMS. Our own developments allow us to offer individual units, as well as integrated solutions based on centrifugal and screw compressors for a wide field of process parameters and gases.

Keyword: Centrifugal compressor, screw compressor, gas pumping unit, LNG, R&D.

Современные требования энергоэффективности и надёжности компрессорного оборудования стимулируют разработчиков и изготовителей инвестировать значительные ресурсы в НИОКР, обновление станочного парка и человеческий капитал. Широкий спектр задач, возникающих в процессе создания современного высокоэффективного компрессорного оборудования, способен решить лишь ограниченный ряд отечественных и зарубежных компаний. На российском рынке одним из лидеров в области разработки, изготовления и сервисного обслуживания компрессорного оборудования для газовой, нефтяной, химической промышленности является динамично развивающийся многопрофильный машиностроительный холдинг – Группа ГМС. Бизнес-единица «ГМС Компрессоры» включает проверенный временем тандем науки и производства: АО «НИИтур-бо-компрессор им. В.Б.Шнеппа» (АО НТК) и ОАО «Казанькомпрессормаш» (ОАО ККМ). Собственные разработки позволяют предложить отдельные агрегаты, а также комплексные решения на основе центробежных и винтовых компрессоров для широкого поля технологических параметров и газов. К настоящему времени разработан, изготовлен и успешно эксплуатируется ряд центробежных компрессоров до давления 450 кг/см² и производительностью до 2000 м³/мин (по условиям всасывания), ряд винтовых компрессоров до давления 45 кг/см² и производительностью 300 м³/мин (по условиям всасывания), (рис.1).

Непрерывное совершенствование проточной части центробежных компрессоров за счёт повышения газодинамических характеристик и динамической стабильности ротора позволяет разрабатывать прогрессивные технические решения, удовлетворяющие высоким требованиям в области транспортировки и переработки попутного нефтяного газа. Примером успешного технического решения является центробежный ком-

прессор марки 53ГЦ2-188/10-97 УХЛ 3.1, разработанный и изготовленный для дожимной компрессорной станции Юрховского месторождения компании ПАО «НОВАТЭК». Компрессор обеспечивает производительность 2,822 млн. нм³/сут. и конечное давление 8,7 МПа, разработан АО НТК. Компрессор 53ГЦ2-188/10-97 УХЛ 3.1 (рис. 2) состоит из двух параллельно расположенных корпусов сжатия [1] низкого (КНД) и высокого (КВД) давления, которые приводятся во вращение трёхвальным мультипликатором с горизонтальным расположением валов (тихоходным и двух быстроходных). Два корпуса сжатия и мультипликатор смонтированы на общей раме и представляют функционально завершённый блок в максимальной заводской готовности.

Благодаря параллельному расположению корпусов сжатия, компрессор обладает рядом преимуществ перед одновальной схемой с последовательным расположением корпусов сжатия [2], что позволяет:

- уменьшить массогабаритные размеры и минимизировать затраты на укрытие;
- повысить КПД, за счёт обеспечения оптимальной скорости вращения роторов КНД и КВД;
- улучшить вибрационные характеристики, за счёт исключения взаимного влияния роторов КНД и КВД;
- обеспечить удобство обслуживания при монтаже-демонтаже проточной части корпусов сжатия типа «баррель».

Конструкция компрессора позволяет проводить глубокую модернизацию и, при необходимости, увеличивать диапазон производительности и давления, посредством использования сменных проточных частей, зубчатой пары мультипликатора, а также применения двухсекционных корпусов сжатия с промежуточным охлаждением.

В 2017 году завершены приёмо-сдаточные испытания компрессора 53ГЦ2-188/10-97 УХЛ 3.1, который в настоящее

время успешно эксплуатируется в ПАО «НОВАТЭК»

АО «НИИТурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа» является единственным в России разработчиком многовалвных центро-

бежных компрессоров (МЦК). Высокое качество изготовления продукции ОАО ККМ позволяет применять компрессоры в самых ответственных производственных объектах. Примером доверия космической

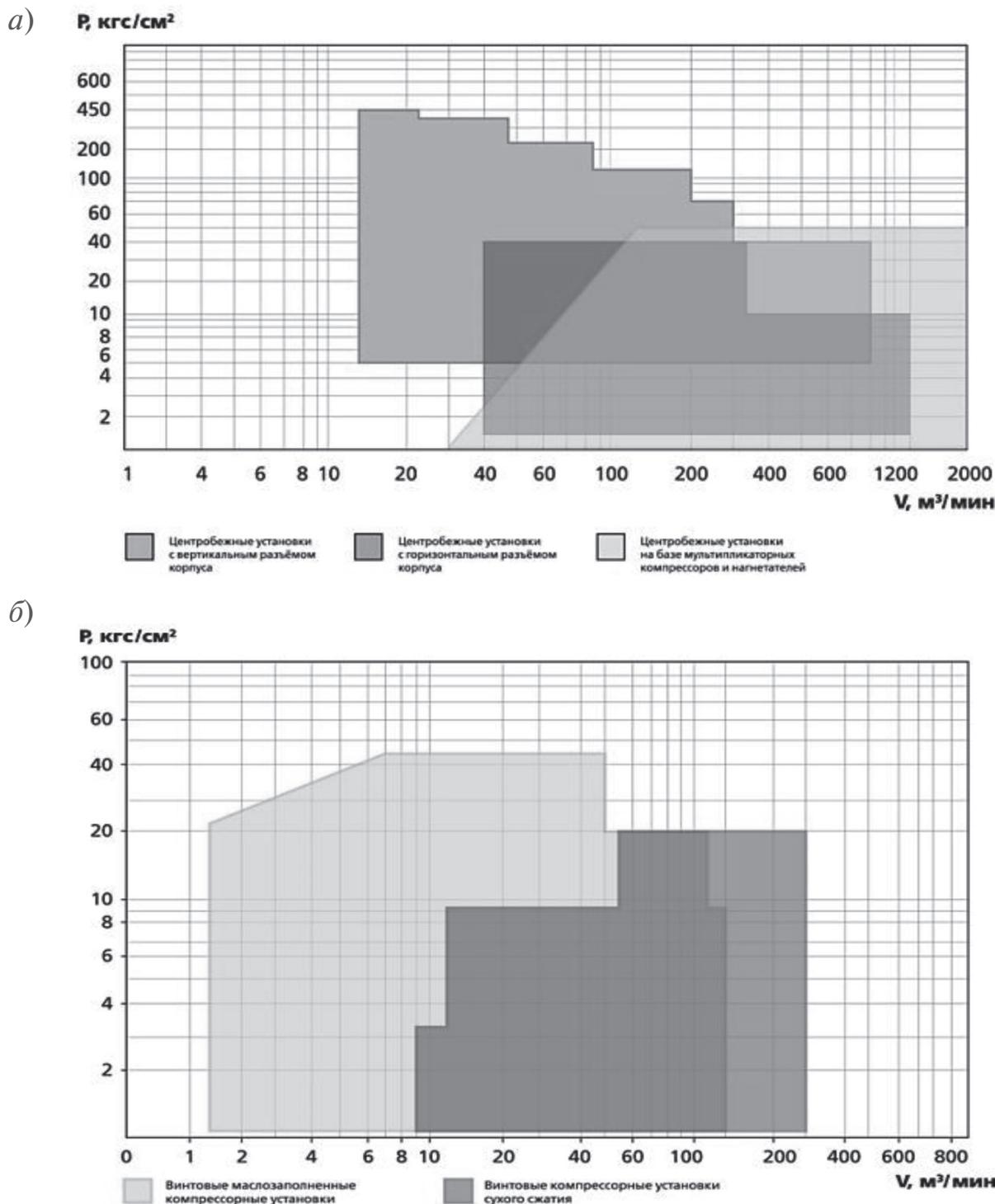


Рис. 1. Поля характеристик центробежных (а) и винтовых (б) компрессорных установок
 а – характеристики центробежных компрессорных агрегатов;
 б – характеристики винтовых компрессорных агрегатов

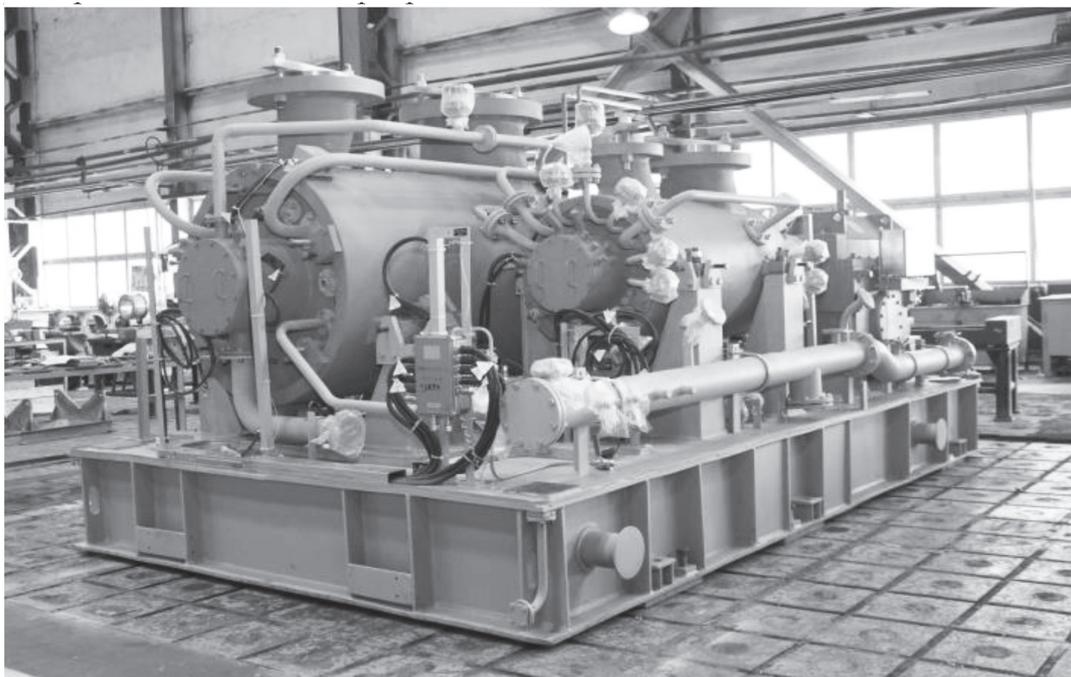


Рис. 2. Компрессор 53ГЦ2-188/10-97 УХЛ 3.1

промышленности к продукции Группы ГМС является компрессор марки АЭРОКОМ АА-250/16 УХЛ4, предназначенный для работы в системе термостатирования космического ракетного комплекса «Ангара» на космодроме «Плесецк». Компрессор обеспечивает производительность 250 нм³/мин и компримирование воздуха до конечного давления 1,6 МПа.

Корпус компрессора (рис. 3) выполнен по трёхвальной схеме. Ведущее зубчатое колесо установлено в горизонтальной плоскости по разьёму мультипликатора. Два быстроходных ротора размещены в вертикальной плоскости относительно ведущего зубчатого колеса. На быстроходных роторах консольно установлены четыре рабочих колеса.

Высокая эффективность АЭРОКОМ АА-250/16 УХЛ4 обеспечивается:

- высоким КПД каждой ступени, который достигается оптимальной скоростью вращения каждого рабочего колеса;
- применением высоконапорных рабочих колёс полуоткрытого типа, что позволяет уменьшить количество ступеней и уменьшить массогабаритные показатели компрессора;

- конструкцией входных аппаратов, которые обеспечивают безударный осевой вход газа в каждое рабочее колесо, тем самым повышая эффективность процесса сжатия.

Конструкция компрессора позволяет повысить эффективность работы за счет установки направляющего аппарата.

Благодаря блочной конструкции, компрессор АЭРОКОМ АА-250/16 УХЛ4 имеет невысокие габаритные размеры, что существенно снижает затраты на сооружение фундамента и монтажные работы.

В конструкции компрессора реализован ряд технических решений, разработанных в АО НТК и защищенных патентами РФ [3, 4, 5].

В 2014 году три компрессора марки АЭРОКОМ АА-250/16 УХЛ4 введены в эксплуатацию на космодроме «Плесецк».

В рамках выполнения программы импортозамещения в АО НТК разработана и ОАО ККМ изготовлена полнокомплектная модульная компрессорная установка (МКУ) для ООО «Газпром добыча Ямбург», которая введена в опытно-промышленную эксплуатацию в октябре 2017 года. МКУ марки ТАКАТ 78.2-7

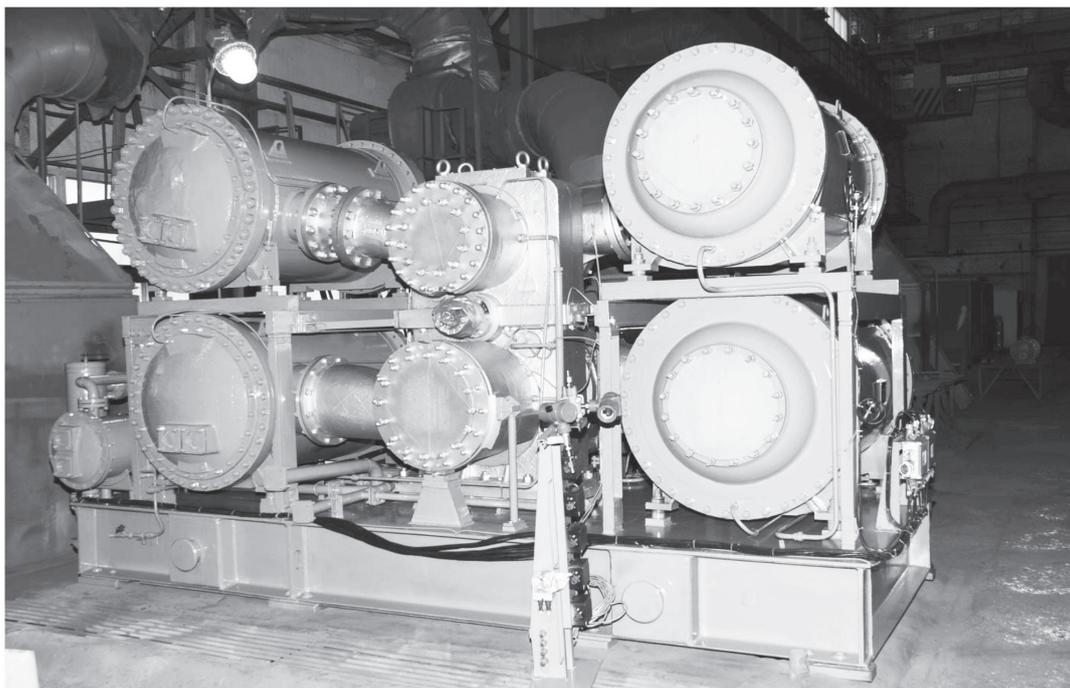


Рис. 3. Компрессор марки АЭРОКОМ АА-250/16 УХЛ4

М3а ХЛ1 разработана на базе винтового маслозаполненного компрессора 8ГВ и предназначена для повышения давления неподготовленного природного газа, поступающего с куста № 611, состоящего из 7 газовых скважин сборной сети Ямбургского нефтегазоконденсатного месторождения. На номинальном режиме МКУ обеспечивает производительность 78 $\text{нм}^3/\text{ч}$ и компримирование газа от 0,18 до 0,55 МПа [6]. МКУ работает в автономном режиме эксплуатации, соответствуя концепции «безлюдных технологий».

МКУ состоит из двух транспортных блоков: компрессорного (БКА) и сепарации (БС). Блок компрессорного агрегата состоит из двух отсеков: отсек компрессорного агрегата и отсек электрооборудования и системы автоматизации. Блок сепарации состоит из трёх отсеков: отсек сепарационного оборудования; отсек высоковольтного оборудования, включая «сухой» трансформатор и устройство безударного пуска; отсек дизель-электрической станции. АВОМ (АТ 301), АВОГ (АТ 101) и дренажная ёмкость (ЕД 401) установлены на отдельных площад-

ках. На рис. 4 представлена модель, а на рис. 5 – МКУ марки ТАКАТ 78.2-7 М3а ХЛ1 на технологическом объекте.

Конструкция МКУ ТАКАТ 78.2-7 М3а ХЛ1 позволяет перевозить каждый блок без разборки контейнера на одном транспортном средстве, отвечая требованиям мобильности и возможности оперативного перемещения установки в любое место производственного объекта. Благодаря полной заводской готовности и комплектности, монтаж установки осуществляется в минимально короткие сроки.

Опыт компании в области создания центробежных компрессоров с параллельным расположением корпусов сжатия, мультипликаторных центробежных компрессоров, комплексных решений, определил выбор Группы ГМС в качестве разработчика и поставщика уникального компрессора для проекта сжижения природного газа (СПГ) «Арктический каскад» реализуемого ПАО «НОВАТЭК» в Ямальском районе Тюменской области (п. Сабетта).

Главный газоперекачивающий агрегат смешанного хладагента Компрессорный агрегат (КА) марки СПГ-25 среднетон-

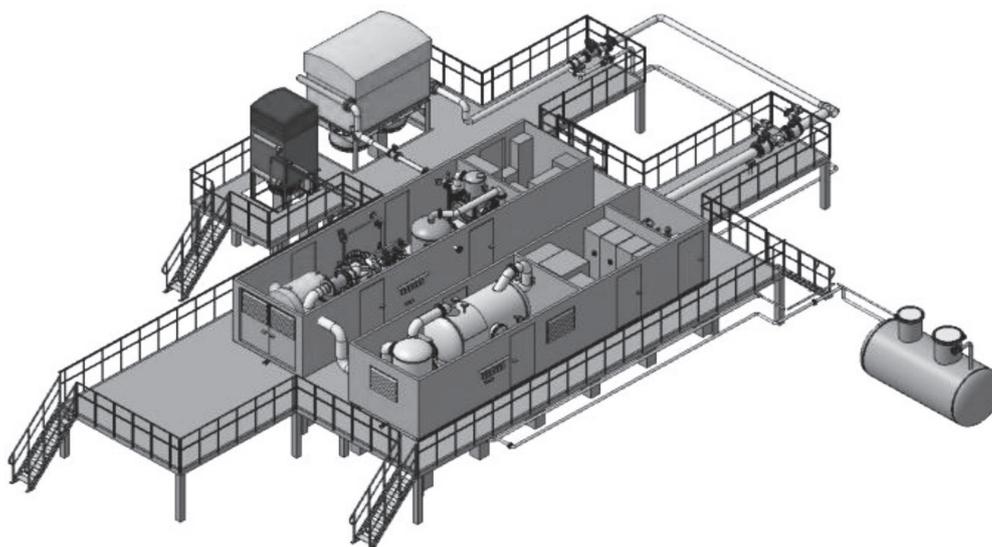


Рис. 4. Трёхмерная модель МКУ ТАКАТ 78.2-7 М3а ХЛ1



Рис. 5. МКУ ТАКАТ 78.2-7 М3а ХЛ1 на объекте ПАО «Газпром»

нажной установки сжиженного природного газа «Арктический каскад» (ПАО «Новатэк») (2ГЦ2/4ГЦ2/ГЦМ3) ГТУ включает в себя три центробежных компрессора с семью корпусами сжатия с приводом от газотурбинного двигателя отечественного производства мощностью 25 МВт, мультипликатор с тремя выходными валами, аппараты воздушного охлаждения газа, системы смазки и

уплотнений, системы автоматического управления и электроснабжения.

Мультипликатор размещается на общей раме с компрессорами 2ГЦ2-40/69-104 ГТУ, 4ГЦ2-126/33-109 ГТУ, ГЦМ3-171/1,13-44 ГТУ (рис. 6). Компрессор для сжатия сырьевого газа представляет собой односекционный пятиступенчатый центробежный компрессор марки 2ГЦ2-40/69-104 ГТУ с вертикальным разъемом корпуса. Компрессор для сжатия азота

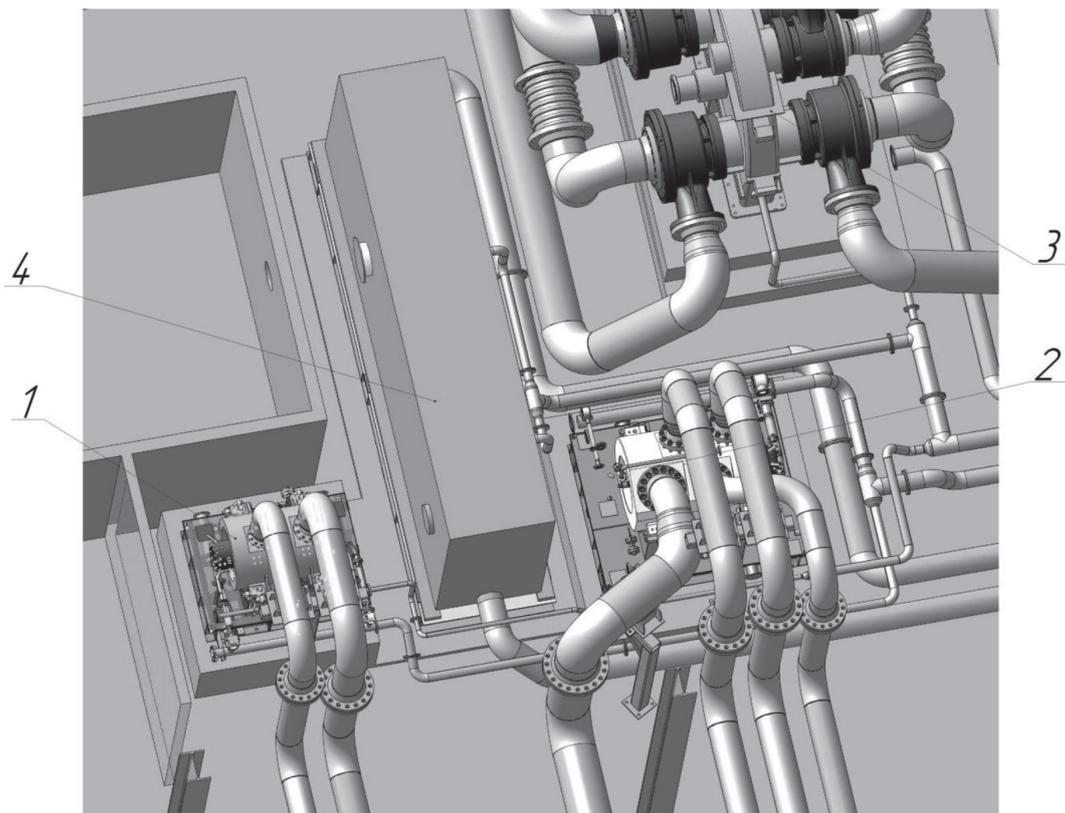


Рис. 6. Трехмерная модель КА марки СПГ-25 (2ГЦ2/4ГЦ2/ГЦМ3) ГТУ
 1 – компрессор сырьевого газа, 2 – компрессор азота,
 3 – компрессора этана, 4 – мультипликатор

представляет собой двухсекционный четырехступенчатый центробежный компрессор марки 4ГЦ2-126/33-109 ГТУ с вертикальным разъемом корпуса. Компрессор для сжатия этана представляет собой мультипликаторный центробежный компрессор марки ГЦМ3-171/1,13-44 ГТУ с пятью ступенями сжатия.

Разработанная кинематическая схема компрессорного агрегата позволяет сократить количество технологического оборудования необходимого для процесса компримирования, что существенно повышает рентабельность установки в процессе эксплуатации.

Научный и конструкторский потенциал, современная производственная база, финансовые возможности позволяют Группе ГМС в настоящее время создавать прогрессивные компрессоры для сжатия различных технологических газов и обеспечить нефтегазовые компании совершенными компрессорами в будущем.

Партнёрами и Заказчиками компрессорного оборудования Группы ГМС являются крупнейшие газовые и нефтяные компании: ПАО «Газпром», ПАО «Газпром нефть», ПАО «НОВАТЭК», ПАО «Сибур», ПАО «НК «Роснефть», ПАО «Лукойл», ПАО «Татнефть» и др.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Центробежный многоступенчатый компрессорный агрегат // Заявка на патент РФ №2017133818, заявл. 28.09.2017.

2. Васин, О.Е. / Разработка и освоение нового поколения высокоэффективных ком-

прессорных агрегатов с двухпоточным мультипликатором / О.Е. Васин, В.Д. Родионов, А.М. Моисеев, О.Л. Кузьмин, И.А. Хайруллин // Труды XVII Международной научно-технической конференции по компрессор-

ной технике. – Казань: АО «НИИТурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа», изд-во «Слово», 2017. – С. 158 – 163.

3. Центробежный компрессор: пат. 2109172 Рос. Федерация. № 95112394106; заявл. 19.07.1995, опубл. 20.04.1998, Бюл. № 11, 6 с.

4. Ротор центробежного компрессора: пат. 2174624 Рос. Федерация. № 2000111299106; заявл. 06.05.2000, опубл. 10.10.2001, Бюл. № 28, 4с.

5. Мультипликаторный центробежный компрессор: пат. 2209348 Рос. Федерация. № 20001127899106; заявл. 12.10.2001, опубл. 27.07.2003, Бюл. №21, 16 с.

6. Паранин, Ю.А. Создание винтовой модульной компрессорной установки ТАКАТ для применения в системах компримирования на малодебетных скважинах ПАО «Газпром» / Ю.А. Паранин, Ш.Ш. Биктимеров, В.Н. Налимов, Л.Б. Минязев, А.И. Сидоров, А.Н. Ефимов // Компрессорная техника и пневматика. – 2017. – №6. – С. 28 – 32.