

Конструктивные особенности поршневой установки ПКУ-020 разработки и изготовления ИНГК при размещении на морской платформе

С. И. Бурдюгов (д.т.н.), О. В. Бычков, С. В. Кудрявцев, И. А. Странкалс, А. Л. Ябуров – ООО «ИНГК»

В 2023 году предприятием «ИНГК» введена в эксплуатацию компрессорная установка ПКУ-020, изготовленная в 2022 году для французской компании Perenco Rep S.A.R.L., на морской платформе в Республике Камерун, Западная Африка.

In brief

Design features of the PCU-020 piston unit developed and manufactured by INGC when placed on an offshore platform.

In 2023, INGC commissioned the compressor unit PCU-020, manufactured in 2022 for the French company Perenco Rep S.A.R.L. in the Republic of Cameroon, West Africa.

The package is installed on an offshore platform, equipped with a COOPER CFH64 reciprocating compressor and a Nidec CT 500 Y6 electric motor. INGC has completed a full cycle of work: development and operational design documentation taking into account the requirements of Perenco Rep S.A.R.L., selection and purchase of components. The production and testing of the unit was carried out at the plant in Perm, including packaging of blocks for transportation by sea.

В 2023 году предприятием «ИНГК» введена в эксплуатацию компрессорная установка ПКУ-020, которая была изготовлена в 2022 году для французской компании Perenco Rep S.A.R.L. и поставлена в Республику Камерун (Западная Африка). Пэкидж установлен на морской платформе, оснащен поршневым компрессором COOPER CFH64 и электродвигателем Nidec CT 500 Y6 (рис. 1). ООО «ИНГК» выполнило полный цикл работ, куда входила разработка полного комплекта рабочей и эксплуатационной конструкторской документации (с учетом требований Perenco Rep S.A.R.L.), выбор и закупка комплектующих. Эксплуатационная документация (более 70 документов) выполнена на английском языке и согласована с заказчиком. Изготовление и испытания установки производилось на заводе в г. Перми (рис. 2), там же осуществлялась консервация и упаковка блоков для транспортировки морским транспортом.

По согласованию с заказчиком, в ПКУ-020 были применены комплектующие и материалы отечественного производства (металлоконструкции, ряд позиций трубопроводной арматуры, гибкие рукава, трубопроводные заглушки и т.д.). На объекте, с участием шеф-инженера ООО «ИНГК», проведена сборка транспортных блоков на морской платформе,

установка компрессора, цилиндров и двигателя и завершена подготовка к пуску в эксплуатацию.

Приводом компрессорной установки является электродвигатель Nidec мощностью 1400 кВт, с подшипниками скольжения. При этом в зависимости от требуемой мощности, компоновки морской платформы и других условий также могут применяться газотурбинные и дизельные приводы – например, E70/8РД производства ПАО «ОДК»; HiMSEN компании Hyundai Heavy Industries.

Компрессорная установка была разработана и изготовлена согласно техническому заданию заказчика, с учетом требований зарубежных стандартов API RP 14E, ASME B31.3. (Общий вид ПКУ-020 приведен на рис. 3.) Установка состоит из двух основных частей: блок компрессора; охладитель газа с трубопроводной обвязкой. На раме, которая входит в блок компрессора, установлены: привод, компрессор, газовая трубопроводная обвязка (включая сепараторы, арматуру), система маслообеспечения компрессора (в ее состав входит: напорный маслобак, обеспечивающий избыточное давление на линии всасывания маслонасоса), расположена также электропроводка ПКУ. Рама имеет разъемные стыки, что позволяет разделить ее на блоки для перевозки автомобильным транспортом. Охладитель газа и трубопроводная обвязка к нему расположены отдельно, за пределами рамы.

При проектировании компрессорной установки для эксплуатации на морской платформе учитывались следующие основные факторы:

- повышенная коррозия и снижение в связи с этим эффективности теплоотдачи при охлаждении перекачиваемого газа, что обусловлено агрессивной внешней средой и климатическими факторами, характерными для тропического климата;
- размещение компрессорной установки на морской платформе, которая имеет



Рис. 1.
Смонтированная
ПКУ-020 на морской
платформе



Рис. 2. Сборка ПКУ-020 в цехе ИНГК, г. Пермь

меньшую относительную массу и жесткость, что приводит к увеличению собственной частоты вибрации рамы и риску возникновения вибрации при работе установки;

- ограничение по площади морской платформы согласно техническому заданию (ПКУ с сепараторами, отсечными кранами, поршневым компрессором необходимо было разместить в габаритах не более 11,5 x 5,5 м);
- жесткие экологические требования, поскольку сброс морской воды после теплообменников с температурой выше 40 °С ведет к развитию и цветению токсичных морских водорослей, возникновению тепловых пятен, что нарушает экосистемы, влияет на миграцию и размножение морских животных;
- труднодоступность и сложность логистики при монтаже установки на морской платформе, расположенной на расстоянии более 10 км от берега, отсутствие навигации при шторме;
- ограниченность по массе транспортных блоков, так как грузоподъемность грузового крана из состава платформы составляет не более 15 тонн.

Основные технические характеристики и условия эксплуатации установки приведены в табл.

Реализованные при проектировании и изготовлении ПКУ-020 конструктивные

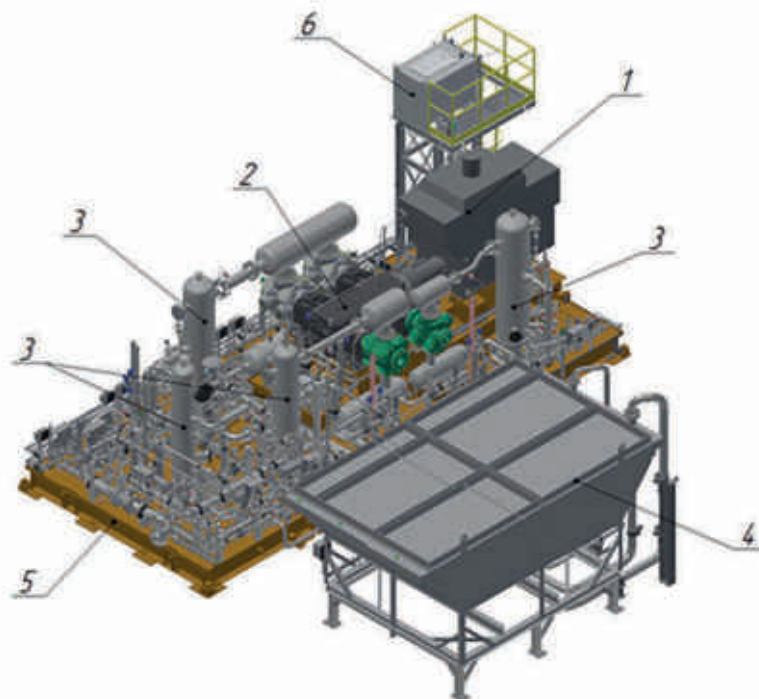


Рис. 3.

Основные составные части установки:

- 1 - привод компрессора;
- 2 - компрессор;
- 3 - межступенчатые газовые сепараторы;
- 4 - охладитель газа;
- 5 - рама;
- 6 - маслобак компрессора

Табл.

Основные технические характеристики и условия эксплуатации установки

решения обеспечивали высокую заводскую готовность установки, разделенной на пять основных транспортных блоков. На площадке ООО «ИНГК» в Перми компрессорная установка была полностью собрана, включая трубопроводную обвязку, датчики, арматуру, импульсные трубопроводы, клеммные коробки, лотки. Была проведена разделка и укладка кабеля, подключение жил кабеля, проверена целостность электрических цепей. На период транспортировки ПКУ рама вместе с установленным оборудованием разделялась на блоки (скиды) массой не более 15 тонн. Кабельные трассы, выходящие за границы транспортных блоков, были отключены.

Комплексные заводские приемосдаточные испытания (FAT) ПКУ-020 выполнялись при участии зарубежного заказчика, в т.ч.

Наименование параметра	Значение
Тип компрессора и производитель	Поршневой Cooper CFH64, Cooper Machinery Services
Тип, модель электродвигателя, изготовитель	Nidec CT 500 Y6, Nidec Industrial Solutions
Назначенный срок службы компрессорной установки, лет	20
Расход перекачиваемого газа, м ³ /ч	9535
Давление нагнетания, максимальное, МПа	8,6
Местоположение	Морская платформа, на открытом воздухе
Температура окружающей среды, °С.	Максимальная +35, минимальная +20
Относительная влажность воздуха, %	70...100
Тип атмосферы	Тропическая среда / Сильный дождь и частые грозы

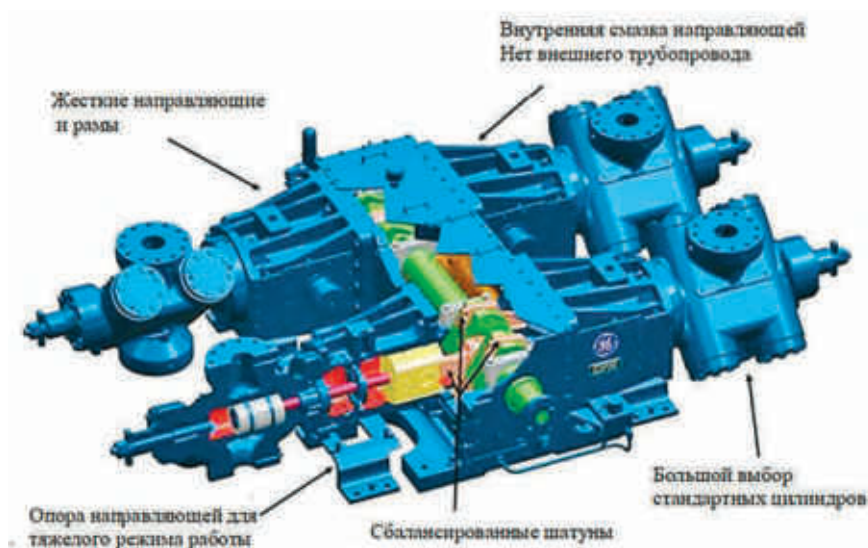


Рис. 4.
Конструкция поршневого компрессора для установки на морских платформах

проверены комплектность документов, монтаж электропроводки, маркировка кабелей, работоспособность системы управления и исполнительных механизмов на режиме имитации пуска/останова. При испытаниях системы маслообеспечения компрессора производилась проверка ее работоспособности: заполнение картера компрессора, прокачка масла штатными насосами, включение охладителя масла, контроль давления масла. Выполнена также проверка работоспособности гидростатических датчиков уровня сепараторов – проконтролировано наличие сигналов при заполнении/сливе жидкости из сепараторов.

Учитывая условия эксплуатации оборудования, применены материалы, стойкие к влажному климату и морской воде. В трубной обвязке для межступенчатых теплообменников газ–морская вода использовались титановые трубы, подвод/отвод морской воды

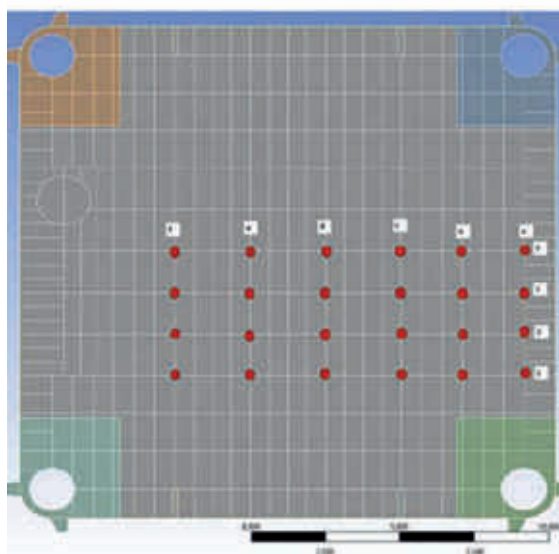


Рис. 5.
Расчетная схема расположения опорных точек на морской платформе

выполнен из стеклопластиковых труб. Комплектующие КИП имеют степень влагозащиты IP 65 и выше; лотки для прокладки кабеля изготовлены из нержавеющей стали.

Для защиты металлоконструкций из углеродистых сталей были нанесены в заводских условиях лакокрасочные покрытия на основе эпоксидных и акрилово-полиуретановых лакокрасочных материалов, обеспечивающих стойкость к морской среде С5-М по ISO 12944. Технология покраски включала в себя подготовку поверхности, нанесение покрытия в три слоя и контроль качества покрытия. Чтобы обеспечить защиту персонала от горячих поверхностей трубопроводов, исключили применение теплоизоляции с базальтовой ватой, используя ограждения из металлической нержавеющей сетки.

Был снижен уровень вибрации установки за счет применения поршневого компрессора с уравновешенными моментами (рис. 4), кроме того, при расчете вибрации рамы учитывались конструктивные параметры морской платформы (рис. 5).

Повторная сборка ПКУ-020 на палубе морской платформы была выполнена с высокой точностью, без проведения доработок рамы и трубопроводной обвязки при монтаже за счет центрирующих устройств в конструкции рамы. Также при проведении монтажных работ использовалась подробная инструкция и 3D-модель, разработанная компаний «ИНГК».

ООО «ИНГК» имеет опыт и компетенции в разработке, изготовлении, монтаже и обслуживании компрессорных установок с учетом международных (ASME, API и др.) и российских норм и требований Морского регистра. Наличие собственного конструкторского бюро и производственные возможности компании позволяют выполнять полный комплекс работ «под ключ» – проектирование и изготовление поршневых, винтовых, центробежных компрессорных установок с различными типами приводов (электрическими, газотурбинными, дизельными и др.), газотурбинных электростанций и газоперекачивающих агрегатов, ввод их в эксплуатацию, а также последующий сервис и поставку ЗИП. **D**

*В статье использована информация из технической документации компании Cooper Machinery Services.