

Поршневые и винтовые компрессорные установки разработки и изготовления ООО «ИНГК»

О. В. Бычков, С. В. Кудрявцев, М. И. Ладейщиков, И. А. Странкалс, И. И. Турусов – ООО «ИНГК»

In brief

Piston and screw compressor plants designed and manufactured by INGC LLC

During the period from 2011 to 2024 the INGC production and engineering company implemented a significant number of projects for the manufacture and supply of complete modular compressor plants.

The company's assets include more than 20 regions where compressor plants are supplied, including the Russian Federation, countries of the near and far abroad – Uzbekistan, Kazakhstan, Congo, Cameroon, etc. Moreover, the geography of supplies of manufactured compressor equipment is constantly expanding: with the participation of specialists from INGC LLC.

За период с 2011 по 2024 год производственно-инжиниринговой компанией «ИНГК» реализовано значительное количество проектов по изготовлению и поставке полнокомплектных блочно-модульных компрессорных установок (КУ), в том числе:

- более 60 компрессорных установок на базе поршневых компрессоров (ПКУ), с применением практически всех возможных вариантов приводов: от газопоршневого двигателя (ГПД) до электродвигателя (ЭДВ), а также паровой турбины;
- около 20 компрессорных установок на базе винтовых компрессоров (ВКУ) с приводами как от ГПД, так и от ЭДВ.

В активе компании свыше 20 регионов, куда поставляются КУ, в том числе РФ, страны ближнего и дальнего зарубежья – Узбекистан, Казахстан, Конго, Камерун и т.д. Причем география поставок изготовленного компрессорного оборудования постоянно расширяется: при участии специалистов ООО «ИНГК» введены в эксплуатацию две полнокомплектные ПКУ мощностью по 1,4 МВт для французской компании Perenco Rep. S.A.R.L. Это первая компрессорная установка для размещения на морской платформе, выполненная «ИНГК» с соблюдением всех

требований Морского регистра. Обе установки оснащены ПК Cooper и ЭДВ Nidex. Для «ИНГК» — это уже вторая поставка на Африканский континент (в 2019 г. изготовлена и поставлена ВКУ мощностью 0,45 МВт на ГТЭС «Кинкаси» в Республику Конго – также по заказу Perenco Rep. S.A.R.L.).

Единичная максимальная мощность ПКУ, выполненных «ИНГК», составляет до 4 МВт, ВКУ – до 3 МВт. В составе ПКУ были применены поршневые компрессоры (ПК) таких известных производителей, как Ariel (JGP/1, JGJ/4, JGE/2, JG/4, JGC/4, JGT/4, JGK/2, JGP/1, KBZ/4, JGJ/6, JGC/6, JGJ/6); Cooper (CFH64, WH74); Nuovo Pignone (GE 2HG/2; 2SHMB/2); Shenyang Yuanda Compressor Co. (2D12.2862/0,45-16,5; 2D12.18.32/6.2-30.9; 4M10-28.08/1,95-22,4; 2D3.5-3.28/0.39-10.2); ПАО «Пензкомпрессормаш» (ГМ18-17/8-31 УХЛ4) и др.

Для изготовления ВКУ применялись винтовые компрессоры (ВК) следующих производителей: HAFI (1,8 МВт), Howden (WRV 204-110 50, WRViXN/255-110 30, WRVi 255-110 38, WRVi365/193, WRVi-510), GEA Grasso (VP-V36S-28), Kobelco (KS25LX).

В качестве приводов использованы поршневые двигатели Caterpillar, Superior Cameron,

Waukesha и др.; электродвигатели производства Siemens, Loher, Eldin, ООО «Русэлпром», Nidec, ABB, Wolong, UMEB SA. Кроме того, для ОАО «Ангарская нефтехимическая компания» изготовлена ПКУ с приводом от паровой турбины Nuovo Pignone, GE.

Варианты исполнения ПКУ и ВКУ

В зависимости от требований заказчика предприятие выпускает КУ в ангарных, модульных, контейнерных укрытиях или без укрытий (для размещения в существующих и вновь возводимых цехах) в блоках высокой степени заводской готовности. С этой целью системы КУ совместно с основными агрегатами (компонентами) монтируются, по возможности, на одной раме или в виде отдельных блоков.

КУ ангарного исполнения полностью размещается в легковозводимом здании, собранном из сэндвич-панелей на металлокаркасе, со всеми системами жизнеобеспечения и управления. В ангаре предусматриваются ворота и двери с тамбурами, помещение машинного зала полностью оборудуется системами жизнеобеспечения: электрическое освещение, водяное или газозудное отопление, рабочая и аварийная вентиляция, пожарный водопровод.

Ангарные укрытия проектируются и возводятся в соответствии с требованиями федеральных норм и правил, на металлоконструкции наносятся огнезащитные покрытия, обеспечивающие необходимый предел огнестойкости строительных конструкций. Применение быстровозводимых конструкций значительно снижает сроки строительства объекта и ввода его в эксплуатацию.

Для КУ малой мощности используется, как правило, контейнерный вариант. Блочномодульное исполнение, максимально высокая степень заводской готовности позволяет к минимуму свести строительно-монтажные работы на объектах заказчиков.

Существенным преимуществом агрегатов ПКУ и ВКУ контейнерного типа является, несомненно, их соответствие транспортному габариту, поскольку при его соблюдении КУ могут быть доставлены заказчикам в собранном виде обычными транспортными средствами по дорогам общего пользования.

По требованию заказчика компания изготавливает и поставляет широкий спектр стационарного оборудования: трубопроводную обвязку, сепараторы газа, буферные емкости, емкости для различных жидкостей под давлением и под налив, системы подготовки газа, охлаждения, смазки, а также другое вспомогательное оборудование и системы КУ. Таким



образом, заказчик обеспечивается полнокомплектной компрессорной установкой, готовой к пуску на объекте эксплуатации.

ПКУ и ВКУ собственной разработки

Собственное конструкторское бюро ООО «ИНГК» (в составе 120 человек) обеспечивает конструкторской документацией обе производственные площадки предприятия, расположенные в г. Перми (на ул. Ново-Гайвинской, 92 и на Бродовском тракте, 116). Изготовление КУ и ГПА выполняется специалистами в соответствии с ТУ, ГОСТ, ЕСКД, API, в том числе и с соблюдением требований Морского регистра.

Рис. 1.

Пример реализованного проекта ПКУ с ЭДВ, выполненного ИНГК для компании Repenco Rep. S.A.R.L. (Франция), ПКУ установлена на морской платформе на побережье Атлантического океана, Республика Камерун



Рис. 2. ПКУ-022 блочно-модульного исполнения на Ево-Яхинском месторождении (ООО «Новатэк-Юрхаровнефтегаз» (ПАО «НОВАТЭК»))

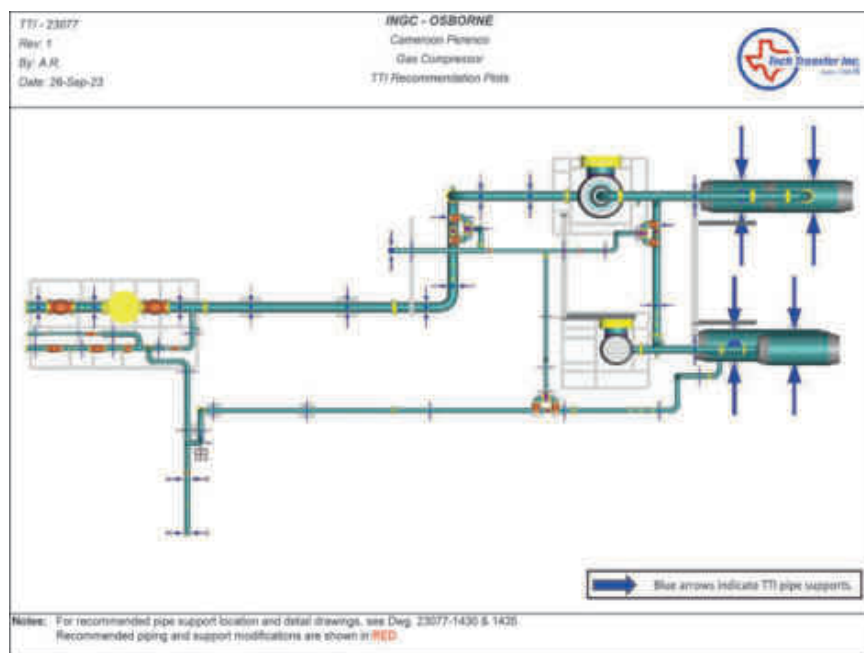


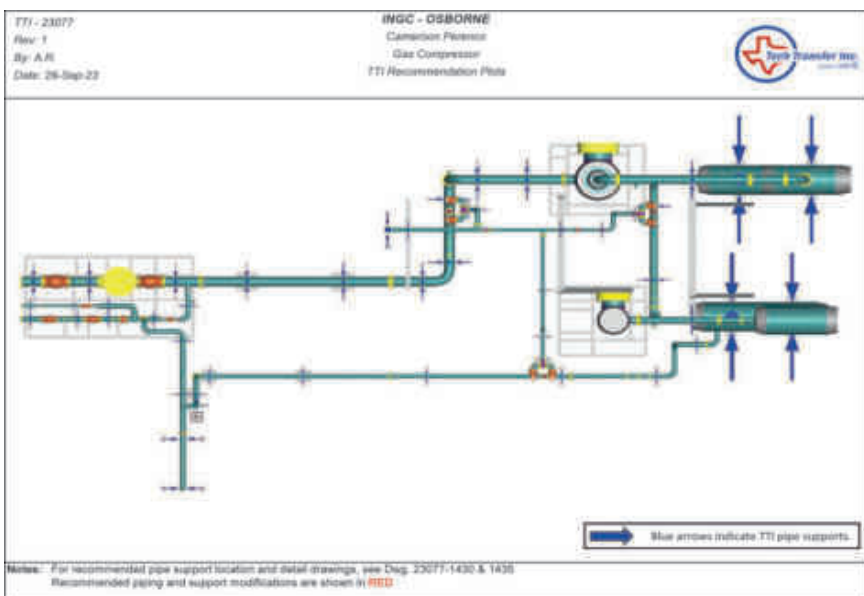
Рис. 3.
Результаты анализа
максимальной амплитуды
вибрации

Все виды расчетов и разработка документации производятся самостоятельно, при этом используется лицензионное ПО: «Компас»; Ansys Mechanical Pro; Ansys CFD Premium, а также специализированное программное обеспечение для расчета режимов компрессоров.

За счет накопленного опыта, а также использования в конструкции КУ серийно изготавливаемых агрегатов и узлов обеспечиваются кратчайшие сроки выдачи документации и выпуска готового изделия.

Рис. 4.
Рекомендованная схема
расположения опорных
конструкций опор для газовой
системы установки
ПКУ-020 по результатам
выполненных работ

Конструкции ПКУ и ВКУ представляют собой сложную связанную систему, состоящую из привода, муфты и компрессора. Каждый элемент системы имеет свободные и вынужденные колебания. Для того чтобы свободные и вынужденные колебания (накладываясь друг на друга) не приводили к резонансу,



выполняется анализ крутильных колебаний системы «привод – муфта – компрессор» оцениваются ее динамические характеристики. На их основе специалистами КБ производится оценка нескольких рабочих режимов, выполняется анализ крутильных частот, крутильной статической реакции, реакции кручения, что позволяет уйти от предельных нагрузок и исключить режимы работы, близкие к критическим.

Для трубопроводов технологического газа (в составе КУ) совместно со сторонними организациями выполняется акустический анализ с дополнительным анализом напряжений трубопроводов системы в соответствии с API 618. С этой целью для акустического расчета каждая система моделируется с помощью программного обеспечения PULS XM, а для динамического анализа моделируется с использованием ПО SAP2000. Составляются отчеты результатов пульсаций с учетом предоставленного диапазона условий эксплуатации.

Система менеджмента качества продукции

В компании «ИНГК» внедрена и эффективно функционирует система менеджмента качества (СМК), продукция имеет необходимые сертификаты соответствия и другую разрешительную документацию, действующую в РФ и странах СНГ. Начиная с 2014 года компания ежегодно подтверждает соответствие своей СМК требованиям стандарта ГОСТ Р ИСО 9001.

С 2019 года система управления качеством «ИНГК» сертифицирована на соответствие требованиям стандарта СТО Газпром 9001-2018 (подтверждено Сертификатом СМК в СДС ИНТЕРГАЗСЕРТ); имеются Сертификаты СДС ИНТЕРГАЗСЕРТ соответствия типа продукции: на ГПА серии «Иртыш» и на компрессорные установки; а также Свидетельство об оценке деловой репутации (ОДР).

Также в 2019 году производство предприятия подтвердило соответствие международно признанному стандарту ASME Code, Section VIII, Division 1, устанавливающему требования к изготовлению сосудов под давлением. В 2021 году пройдена аккредитация в качестве поставщика компрессорного оборудования для проектов ADNOC (Abu Dhabi National Oil Company).

Ввод КУ в эксплуатацию и последующий сервис

Специалисты компании осуществляют полный комплекс работ по вводу в эксплуатацию изготовленного оборудования (включая ШМР

и ПНР) и его последующему гарантийному и постгарантийному обслуживанию: проведение ТОиР, сервис, обеспечение ЗИП и расходными материалами.

Монтаж КУ на объекте эксплуатации выполняется на подготовленный фундамент, размеры и нагрузки на точки фундамента выдаются заказчику на этапе проектирования установки. Внутри ангарных укрытий монтаж оборудования выполняется либо с применением собственной силовой рамы, либо непосредственно сразу на фундамент заказчика. В конструкцию фундамента закладываются колодцы, в которые в последующем устанавливаются анкерные болты для крепления рамы установки и другого вспомогательного оборудования. Рама выставляется в горизонтальную плоскость, и колодцы заливаются бетоном, а после набора прочности бетона выполняется затяжка гаек анкерных болтов.

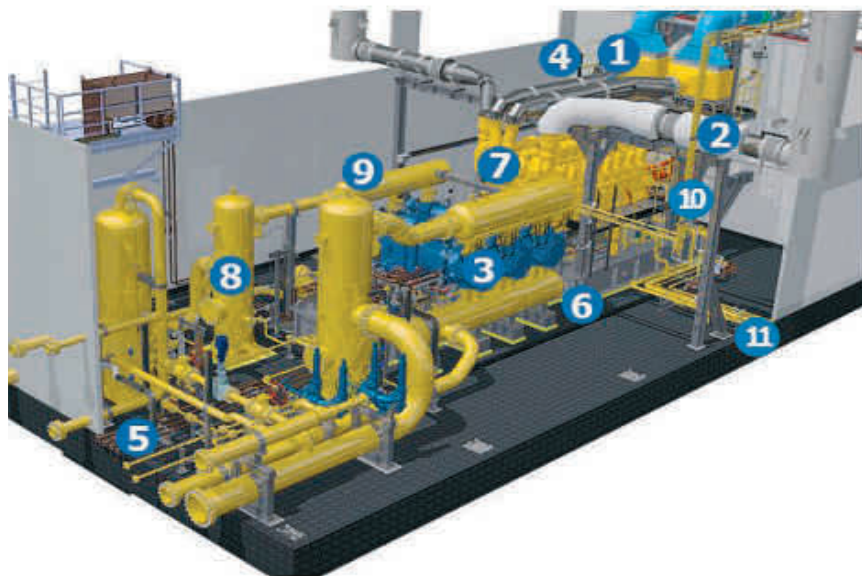
Производится выверка основного оборудования: в первую очередь, компрессор ставится в горизонтальную поверхность с помощью отжимных болтов. С помощью Fixturlaser выполняется центровка валов привода и компрессора. Приводная часть устанавливается на регулируемые винтовые опоры и притягивается к раме, а опорные поверхности компрессора подливаются специальной эпоксидной смолой. После центровки и протяжки всего крепежа выполняется контроль «мягкой лапы» опорных поверхностей компрессора и привода.

Дополнительные компетенции

Компания «ИНГК» осуществляет полный комплекс работ по созданию для КУ систем автоматизации и электрораспределения любой степени сложности, их монтажу и внедрению. Так, в 2020 году специалисты компании разработали собственную информационно-управляющую систему (СИУС) «Сириус» для управления любыми технологическими процессами, которая была внесена в Реестр средств измерения. В том же году СИУС «Сириус» была применена для автоматизации ГПА с центробежным компрессором при его изготовлении с приводом от ЭДВ (ЭГПА-0201) мощностью 1,7 МВт серии «Иртыш» для комплекса деасфальтизации ООО «Лукойл–Волгоград нефтепереработка». В 2021 году этот агрегат был введен в эксплуатацию.

В дальнейшем СИУС «Сириус» собственной разработки была успешно применена специалистами компании и при изготовлении ПКУ и ВКУ в следующих проектах:

- две полнокомплектные ПКУ-020 для морской платформы в Республике Камерун



(изготовлены «ИНГК» по заказу компании Perenco Rep S.A.R.L.);

- две ПКУ-022 и одна ПКУ-032 для Ево-Яхинского месторождения (ООО «Новатэк-Юрхаровнефтегаз»);
- три ПКУ-023 для проекта Южная Тандырча (АО «Узбекнефтегаз»);
- шесть ПКУ (024-027) для Чинаревского месторождения (MSI для ТОО «Жаикмунай», Казахстан);
- четыре ВКУ-005 для Восточно-Капитуновского месторождения (АО «Оренбургнефть»).

Расширение спектра услуг

С учетом соответствующей потребности заказчиков предприятие в настоящее время выполняет работы по техническому обслуживанию и ремонту (ТОиР) КУ с ПК и ВК зарубежного производства.

ТОиР, сервис и поставка ЗИП для КУ с компонентами зарубежного производства сейчас очень востребованы на рынке, так как в условиях санкций многие компании не могут закупить комплектующие для своего оборудования, выполнить ТОиР, реконструкцию и/или модернизацию.

В связи с этим, а также с учетом опыта работы по агрегатированию компрессоров и приводов зарубежного производства ведущих производителей, компания активно развивает свои наработки и компетенции в этом направлении. По состоянию на 1-й квартал 2024 года выполнены сервисные работы уже более чем для 20 КУ и ГПА с компонентами производителей из стран дальнего зарубежья.

Рис. 5.

Основные системы и компоненты ПКУ производства ИНГК:
1) система фильтрации и подачи воздуха в ГПД;
2) система выпуска отработавших газов ГПД;
3) компрессор;
4) лестницы и площадки обслуживания;
5) маслосистема компрессора и ГПД;
6) силовая рама;
7) двигатель (ГПД);
8) сепараторы;
9) буферные емкости;
10) система охлаждения двигателя и компрессора;
11) система подачи топливного газа ГПД

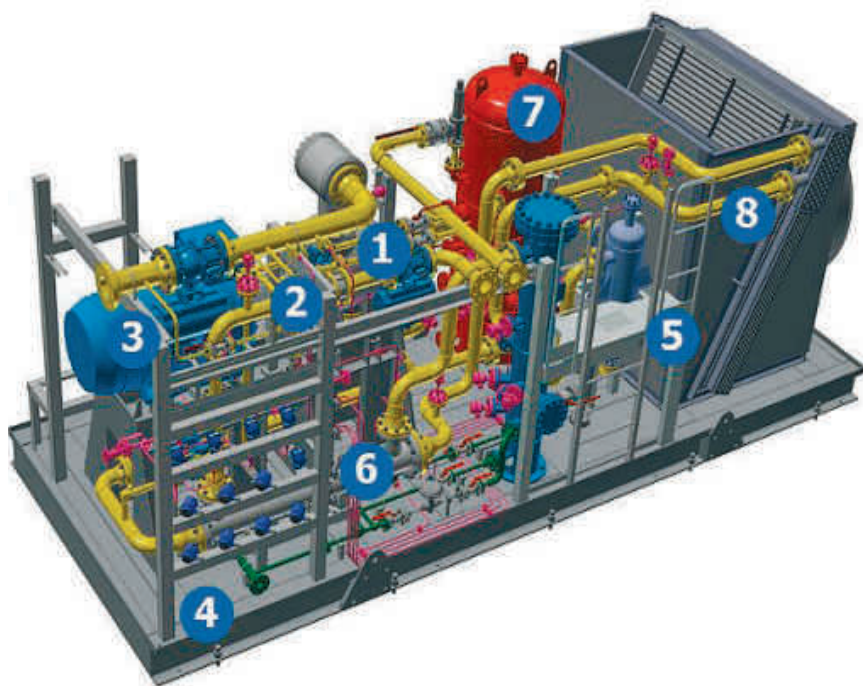


Рис. 6. Основные системы и компоненты ВКУ производства ИНГК:

- | | |
|-----------------------------|---|
| 1) винтовой компрессор; | 5) лестницы и площадки обслуживания; |
| 2) муфта; | 6) система маслообеспечения компрессора; |
| 3) электрический двигатель; | 7) система газовая с сепараторами и АВО газа; |
| 4) силовая рама; | 8) система охлаждения |

Заключение

К преимуществам КУ, изготавливаемых ООО «ИНГК», относится:

- блочно-модульное исполнение и максимальная заводская готовность;
- укрытие КУ в зависимости от типоразмера и требований заказчика;



Рис. 7.

Для ПКУ и ВКУ собственного производства ИНГК обеспечивает разработку и внедрение АСУ ТП, в том числе локальных систем управления; изготовление шкафов НКУ, АСУ ТП, пожарной сигнализации и автоматики, распределительных, управления, отопления и вентиляции; щитов освещения, учета, АВР и т.д., с последующим выполнением электромонтажных (ЭМ) и пусконаладочных работ (ПНР) на объектах заказчика.

- работа в широком диапазоне изменения давлений (как на всасывании, так и нагнетании) при сохранении высоких значений КПД;
- торсионный и акустический расчет и анализ КУ обеспечивает длительную безаварийную промышленную эксплуатацию поставляемого оборудования;
- исполнение КУ с различными видами приводов (электродвигатель, газопоршневой и/или дизельный двигатель);
- арктическое и тропическое исполнение (возможность работы в любых климатических условиях, в диапазоне температур от -60 до $+50$ °С);
- собственная разработка и изготовление систем и компонентов КУ;
- сертификация по требованиям РФ, а также (при необходимости) полное соответствие стандартам API;
- собственная сервисная служба;
- удобство обслуживания.

Приобретенный специалистами компании опыт в разработке и создании оптимальных конструкций ПКУ и ВКУ с сочетанием основных компонентов (компрессоров и приводов) различных производителей позволяет постоянно расширять номенклатурную линейку применяемого в составе КУ оборудования. Приоритетное направление деятельности ООО «ИНГК» – внедрение перспективных зарубежных технологий в производство современного энергоэффективного оборудования на территории России.

При производстве КУ в составе основных компонентов постоянно увеличивается объем использования отечественного оборудования и компонентов, а также передовых разработок из стран, не поддерживающих санкции в отношении России (в том числе КНР) и имеющих в последнее время приоритет в качестве субпоставщиков компонентов КУ (компрессоров и приводов).

В настоящее время компания «ИНГК» расширила свои компетенции, выполнив ряд проектов (ПКУ-024, ПКУ-025, ПКУ-026, ПКУ-027) с применением ПК производства Shenyang Yuanda Compressor Co. (КНР), а для ПКУ-031 с применением поршневых компрессоров отечественного производителя – ПАО «Пензкомпрессормаш».

ООО «ИНГК» планирует и в дальнейшем расширять номенклатурный ряд ПКУ и ВКУ с различным сочетанием применяемых ПК и ВК с разными типами приводов, обеспечивая тем самым потребности нефтегазового сектора как российского рынка, так и зарубежного.