

# Блок привода газоперекачивающих и энергетических агрегатов производства ООО «ИНГК»

С. И. Бурдюгов (д.т.н.), О. В. Бычков, С. В. Кудрявцев, С. Ф. Машанов, А. С. Печенкин – ООО «ИНГК»

С 2015 года производственно-инжиниринговая компания «ИНГК» разрабатывает и изготавливает газоперекачивающие и энергетические агрегаты серии «Иртыш» с газотурбинным приводом.

За период с 2015 по 2024 гг. компанией реализованы проекты по поставке комплектных газоперекачивающих агрегатов (ГПА) с газотурбинным приводом в диапазоне мощности 6...16 МВт, в составе которых применены блоки привода собственной разработки. Помимо ГПА, блок привода используется также в составе газотурбинных энергетических агрегатов в диапазоне мощности 6...12 МВт.

## In brief

### The drive unit for gas pumping and power plants manufactured by INGC LLC

Since 2015, the INGC production and engineering company has been developing and manufacturing gas pumping and power plants of the Irtysh series with a gas turbine drive. During the period from 2015 to 2024, the company implemented projects for the supply of complete gas pumping units (GPU) with a gas turbine drive in the power range of 6...16 MW, which include drive units of its own design. In addition to the GPU, the drive unit is also used as part of gas turbine power plants in the power range of 6...12 MW. Depending on the customer's requirements, INGC LLC produces units in hangar, block-modular, block-container shelters or without shelters – for installation in existing or newly built customer workshops.

В зависимости от требований заказчика ООО «ИНГК» выпускает агрегаты в ангарных, блочно-модульных, блочно-контейнерных укрытиях или без укрытий – для установки в существующих или вновь строящихся цехах заказчика. Исходя из конструкции агрегата в целом, блоки привода изготавливаются в климатическом исполнении УХЛ(ХЛ) категории размещения 1 или 3.1 по ГОСТ 15150 (рис. 1).

Конструктивно блок привода (рис. 2) представляет собой блок-бокс, включающий силовую раму, установленные на ней газотурбинную установку (ГТУ) и шумотеплозащитный кожух. Снаружи кожуха располагаются элементы системы обдува привода с креплением к кожуху и/или несущим конструкциям из состава агрегата. Блок привода оснащен элементами систем освещения, обогрева, пожарной сигнализации, контроля загазованности, пожаротушения, заземления.

Блок привода предназначен для осуществления следующих основных функций:

- создание крутящего момента для привода рабочей машины;
- обеспечение установленных производителем климатических условий размещения и эксплуатации ГТУ на всех режимах эксплуатации;
- снижение воздействия шума, создаваемого работающей ГТУ;
- уменьшение тепловыделений от работающей ГТУ в укрытие агрегата за счет отвода их за пределы агрегата;
- обеспечение взрывозащиты вида «рс» (помещение под избыточным давлением) и «вс» (помещение с искусственной вентиляцией) для оборудования блока.

В данной статье рассмотрены вопросы обеспечения взрывозащиты с учетом требований действующей нормативно-технической документации.

## Технические меры взрывозащиты

Блоки привода, применяемые в агрегатах производства ООО «ИНГК», сертифицированы на соответствие требованиям технического регламента ТР ТС 012/2011 и в полном объеме отвечают требованиям следующих нормативных документов:

- ГОСТ 31438.1 (EN 1127-1:2007). Взрывоопасные среды. Взрывозащита и предотвращение взрыва. Часть 1. Основопологающая концепция и методология;
- ГОСТ 31610.0-2019 (IEC 60079-0:2017). Взрывоопасные среды. Часть 0. Оборудование. Общие требования;
- ГОСТ 31610.13-2019 (IEC 60079-13:2017). Взрывоопасные среды. Часть 13. Защита оборудования помещениями под избыточным давлением «р» и помещениями с искусственной вентиляцией «v»;
- ГОСТ 32407-2013 (ISO/DIS 80079-36). Взрывоопасные среды. Часть 36. Неэлектрическое оборудование для взрывоопасных сред. Общие требования и методы испытаний;
- ГОСТ ISO/DIS 80079-37-2013. Взрывоопасные среды. Часть 37. Неэлектрическое оборудование для взрывоопасных сред. Неэлектрическое оборудование с видами взрывозащиты «конструкционная безопасность «с», контроль источника воспламенения «b», погружение в жидкость «к».

Появление загазованности в объеме блока привода может быть связано с возможным нарушением герметичности элементов подачи топливного газа в камеру сгорания ГТУ, а также с возможным повышением концентрации перекачиваемого газа во внешней среде, что требует исключения проникновения такой среды под кожух блока.



Возможные источники воспламенения:

- высокая температура поверхности;
- электрическое оборудование;
- электростатический разряд;
- механическая искра;
- отложения пыли;
- легковоспламеняющиеся горючие вещества (масло смазки).

Защита от воздействия электростатического разряда обеспечивается путем присоединения всех электропроводящих элементов к контуру заземления, а от воздействия механических искр — за счет применения искробезопасных материалов.

Защита от воспламенения вследствие отложения пыли и утечек масла смазки обеспечивается путем визуального контроля и регулярной очистки в рамках планового обслуживания. Для защиты электрооборудования от воспламенения при утечках газа применяются электрические устройства с необходимым уровнем взрывозащиты, подтвержденным сертификацией.

Неэлектрическая часть оборудования блока привода может быть отнесена к оборудованию группы II с уровнем взрывозащиты «Gc» и температурой поверхности T3, предназначенному для использования в зонах класса 2, опасных по воспламенению горючих газов по ГОСТ 31610.10-1.

Максимальная температура поверхности оборудования, расположенного внутри блока привода, обусловлена температурой горячих элементов ГТУ. Максимальная температура при приемочных/эксплуатационных испытаниях блока привода в составе агрегата и при стендовых испытаниях ГТУ различного исполнения на предприятиях-изготовителях может достигать значений от 450 до 650 °С. Ограничение температуры поверхности обеспечивается за счет теплоизоляции, через которую проходит тепловой поток не более 1400 Вт/м<sup>2</sup>.

Также технические защитные меры по предупреждению воспламенения заключаются в предотвращении распространения взрывоопасной среды до источника воспламенения путем применения вида взрывозащиты «рс» (защита оборудования помещениями под избыточным давлением) и «вс» (помещение с искусственной вентиляцией) по ГОСТ 31610.13.

Ключевой системой, обеспечивающей взрывозащиту в части воздействия нагретых поверхностей, является система обдува привода.

Наддув кожуха блока привода исключает распространение взрывоопасной среды сна-

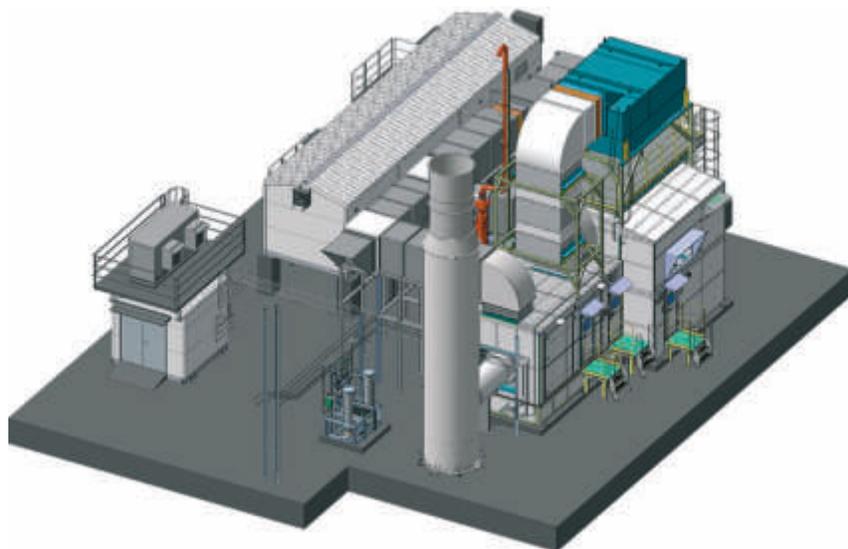


Рис. 1.

Агрегат с газотурбинным приводом мощностью 6 МВт

ружи блока привода до источника воспламенения (горячих элементов ГТУ). За счет охлаждения привода воздухом наддува, отводящим избытки тепла от ГТУ, исключается возможность повышения температуры оборудования до минимальной температуры воспламенения.

### Система обдува привода

Система обдува привода (рис. 3.) предназначена для забора и очистки (при необходимости) воздуха, подаваемого в кожух блока привода для отвода избыточного тепла ГТУ, исключения застойных зон в отсеке, а также обеспечения требований взрывозащиты вида «рс» и «вс». Забор воздуха выполняется в безопасной зоне либо, с учетом дополнительных ограничений ГОСТ 31610.13, в зоне класса 2.

Система подачи воздуха оборудована необходимыми КИП и дублированными вентиляторами, обеспечивающими минимальное избыточное давление под оболочкой не выше 25 Па, а расход воздуха в час превышает в пять раз объем помещения. При запуске

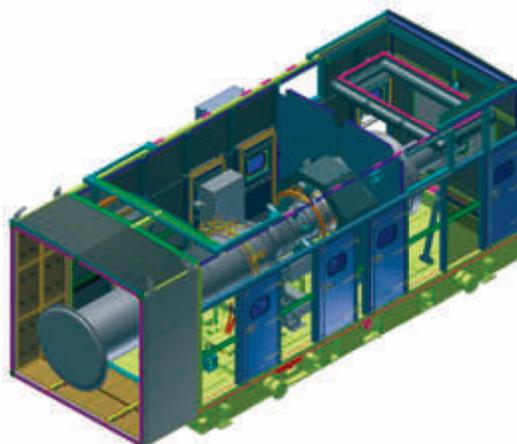


Рис. 2.

Блок привода с газотурбинным двигателем

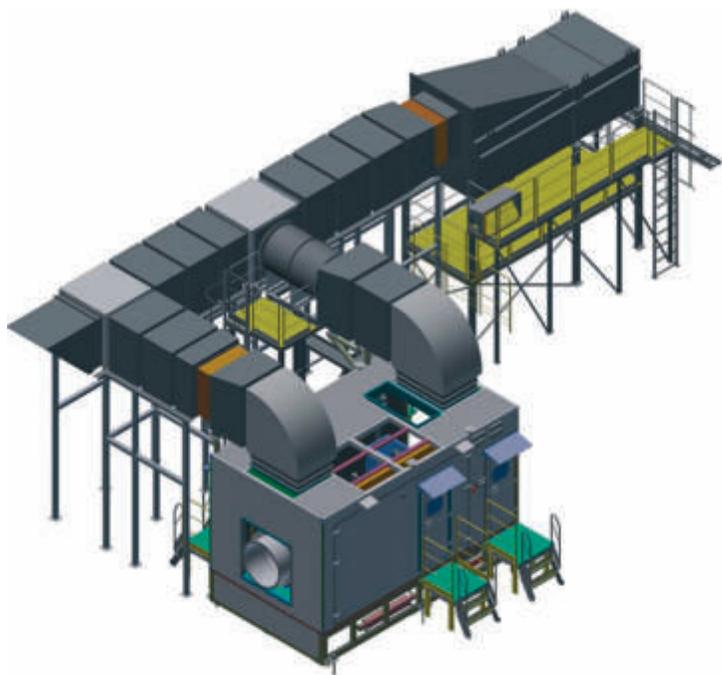


Рис. 3.  
Система обдува привода  
с блоком очистки воздуха

оборудования выполняется предпусковая продувка десятикратным объемом воздуха. Блок привода и воздухозаборный тракт оснащены газоанализаторами горючих газов. Параметры наддува и целостность оболочки (кожуха) постоянно контролируются САУ.

САУ поддерживает избыточное давление под кожухом блока привода не менее 25 Па (с необходимым запасом) и температуру на уровне плюс 50 °С при полностью закрытом воздушном клапане байпасной линии и открытых клапанах воздухозаборного и отводящих воздухопроводов. Регулирование осуществляется за счет изменения скорости вращения вентилятора обдува, которая не может опуститься ниже минимально установленного значения, соответствующего пятикратному воздухообмену. При останове агрегата подача воздуха под кожух продолжается до снижения температуры воздуха до уровня 40 °С (значения температуры могут варьироваться в зависимости от конкретного проекта).

### Заключение

Примененные при разработке и изготовлении блоков привода технические решения обеспечивают безопасную и надежную эксплуатацию ГТУ.

Наличие у ООО «ИНГК» двух производственных площадок в г. Перми, собственного конструкторского бюро, а также развитых служб пусконаладки и сервиса гарантирует качественное проектирование, изготовление, поставку, монтаж и ввод в эксплуатацию блоков привода с любыми типами газотурбинных установок. **TD**

### Компания MingYang запустила двухроторную V-образную плавучую платформу на базе ветротурбин.

Китайская компания MingYang Smart Energy ввела в эксплуатацию крупнейшую в мире плавучую ветровую платформу OceanX. Она оснащена двумя турбинами MySE8.3-180 мощностью по 8,3 МВт с гибридным приводом. Энергетическая установка работает в составе ветропарка Qingzhou IV в шельфовой зоне Южно-Китайского моря вблизи г. Гуанчжоу.

Башня V-образной формы эллиптического поперечного сечения позволяет выбрать положение в зависимости от изменений направления ветра — это увеличивает эффективность производства энергии и снижает нагрузку, особенно в условиях ураганов со скоростью ветра до 260 км/ч. Внутри башни установлен лифт.

Платформа OceanX может выдерживать ветер до 79,8 м/с и волну высотой до 30 метров. Она установлена на модульный бетонный плавучий фундамент, что снижает стоимость ее изготовления. Сочетание одноточечного и комбинированного крепления снижает механические нагрузки на конструкцию. Для распределения гравитационной нагрузки на опоры используются тросы.

Два ротора энергоблока вращаются в противоположных направлениях. Конструкция установлена на Y-образную платформу. На каждом конце опоры установлено по одному ветрогенератору с диаметром лопастей 182 м.

Морская платформа весит 16 500 тонн и предназначена для работы в водах глубиной более 35 м. Она изготовлена из высокопрочного бетона, обеспечивающего длительный срок службы.

Уровень турбулентности для данной ВЭУ оценивается в 0,135: большинство морских ветроэлектростанций работают в условиях с гораздо более низкой турбулентностью — около 0,06. Сильная турбулентность может привести к колебаниям производимой мощности и значительно ускорить износ компонентов. Новая конструкция ветроустановки способна открыть доступ к ветровым ресурсам и применяться в более глубоких водах, значительно расширяя возможности морской ветроэнергетики.

ВЭУ будет производить в год 54 млн кВт·ч электрической энергии, что достаточно для обеспечения более 30 000 домохозяйств.