

Новая разработка ЗАО «РЭП Холдинг» — модернизированная установка ГТ-32РП «Ладога»

Р. А. Леонтьев, И. Ю. Прыгаев, В. В. Спирин, А. В. Яковлев — ЗАО «РЭП Холдинг», С.-Петербург

In brief
Upgraded GT-32RP
Ladoga is new development
of REP Holding JSC.

In 2008 REP Holding JSC purchased the license from GE Oil & Gas for manufacture and promotion of MS 50002E gas turbine plant rated at 32 MW in Russia. It was denoted as Ladoga 32. Under the License Agreement GE Oil & Gas delivered full-scale technology of gas turbine engine production. In December 2009 REP Holding JSC supplied Ladoga 32 gas turbine plants to Vavozhskaya compressor station (Gazprom transgas Chaykovsky) and to Gryazonets compressor station (Gazprom transgas Ukhta). At present the assembling of gas turbine plants was finished and their commissioning is carried out according to the schedule approved by Gazprom.

В 2008 году ЗАО «РЭПХ» приобрело у GE Oil & Gas лицензию на производство и продажу в России ГТУ MS 5002E мощностью 32 МВт под наименованием «Ладога 32». Условиями лицензионного соглашения предусматривается поэтапная полная передача технологии изготовления газотурбинного двигателя. Сегодня компания «РЭП Холдинг» производит основные узлы и вспомогательное оборудование для ГТУ, центробежный нагнетатель типа 400-21-1С, предлагая российскому рынку технологически совершенное изделие для наиболее сложных условий эксплуатации промышленного применения. В декабре 2009 г. было поставлено по одной установке «Ладога 32» на КС «Вавожская» (Газпром трансгаз Чайковский) и ОПКС «Грязовец» (Газпром трансгаз Ухта). В данный момент закончен монтаж двух ГПА «Ладога 32» и проводятся пусконаладочные работы в соответствии с утвержденным ОАО «Газпром» графиком.

Для проведения различных видов испытаний и проверок установки в ЗАО «РЭПХ» был спроектирован и построен испытательный стенд (фото 1).

В качестве нагрузочного устройства на стенде применяется генератор необходимой мощности, работающий через понижающий редуктор. Для снятия электрической нагрузки используются реостаты с воздушным охлаждением. Также обеспечена возможность частичной передачи электроэнергии в городскую сеть.

ГТУ «Ладога 32» прошла приемочные испытания на стенде по согласованной с заказчиком программе и методике. В ходе испытаний были подтверждены основные характеристики установки, заявленные в техническом задании.

На заводах Холдинга развернуто серийное производство ГПА, приводом которых является ГТУ данного типа, и в период 2010-2011 гг. будет выпущено еще 16 таких агрегатов для магистрального газопровода Бованенково–Ухта.

ГТУ «Ладога 32» спроектирована на двух рамах: рама турбоблока и рама вспомогательных устройств (РВУ). На раме турбоблока установлен двигатель с шумотеплоизолирующим кожухом (фото 2). Все вспомогательное оборудование и системы (система пуска ГТУ, маслообеспечения, топливного газа и продувочного



воздуха, вентиляции, газообнаружения, пожаротушения и др.) расположены на РВУ, которая является также маслобаком и находится в отдельном кожухе. Оба этих блока стыкуются друг с другом. Общая длина ГТУ, состоящей из двух блоков, составляет около 18 м.

В связи с большими массогабаритными показателями установки компания «РЭПХ» поставила задачу модернизировать ГТУ «Ладога 32», уменьшив ее длину, упростив монтаж и систему пуска, а также сократив энергопотребление. В результате проделанной работы установка получила название ГТ-32РП (РП – российское производство) «Ладога», описание которой приведено ниже.

Система пуска. Стартер-генератор

Основной особенностью пуска двигателя стал вентильный стартер-генератор СГВ-500 – новейшая разработка конструкторов ЗАО «РЭПХ» (рис. 1). Основные особенности стартера-генератора:

- имеет безредукторный (непосредственный) привод вала турбины высокого давления (ТВД);
- спроектирован без собственных подшипников (на опорах турбины);
- является обращенной синхронной машиной с возбуждением от постоянных магнитов;
- исключена механическая передача, отдельный привод валоповорота и соединительные промежуточные валы;
- в связи с применением СГВ-500 сокращается осевая длина привода по сравнению со штатным вариантом, в результате возможно существенное уменьшение габаритов турбины;
- применена комбинированная схема охлаждения: для обмотки статора используется жидкостное охлаждение (масло), ротор имеет воздушное охлаждение.

Мощность стартера СГВ-500 составляет 500 кВт. Ротор стартера-генератора устанавли-

вается на ротор ТВД. Статорные части крепятся к корпусу передней опоры.

Максимальная частота вращения СГВ-500 в двигательном режиме составляет 4500 об/мин, в режиме генератора – 8000 об/мин. Максимальный крутящий момент – 2200 Н·м.

Основное назначение стартера-генератора – обеспечение пуска газотурбинной установки. На номинальном режиме работы ГТУ он используется для выработки электроэнергии. Поскольку в двигательном режиме СГВ-500 может работать в диапазоне частот вращения от 0 до 4500 об/мин, он применяется также в качестве валоповоротного устройства для охлаждения ГТУ и для выполнения холодной прокрутки.

Входной направляющий аппарат

Газотурбинная установка «Ладога 32» оснащена регулируемым направляющим аппаратом с гидравлическим приводом. Чтобы исключить применение системы масла высокого давления, гидропривод регулируемого входного направляющего аппарата был заменен электроприводом. Характеристики электропривода аналогичны параметрам используемого гидропривода.

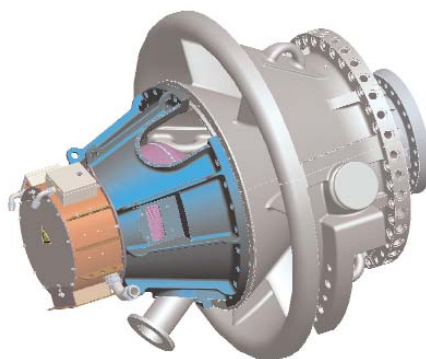
Электропривод устанавливается на то же место и таким же образом, как и гидропривод. Он более компактен и имеет более высокие показатели ресурса и надежности.

Система маслоснабжения

ГТУ «Ладога 32» оснащается главным масляным насосом с механическим приводом от ротора ТВД через понижающий редуктор. В ГТ-32РП данная система была изменена. Вместо насоса с механическим приводом применяются два насоса одинаковых характеристик с приводом от электродвигателя и аварийный насос, работающий от источника постоянного тока. Такая конструкция позволила убрать редуктор с рамы вспомогательных устройств, а также объединить систему маслоснабжения



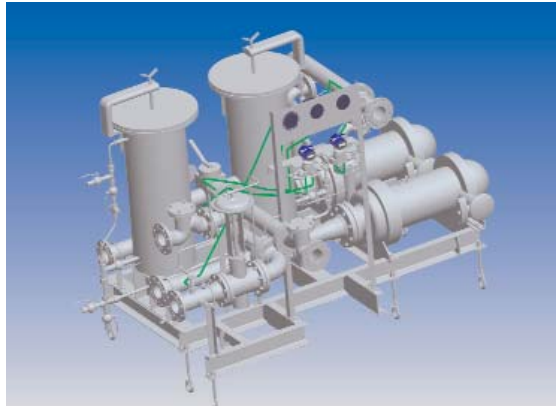
С Фото 1. Стенд для испытаний ГТУ «Ладога 32»



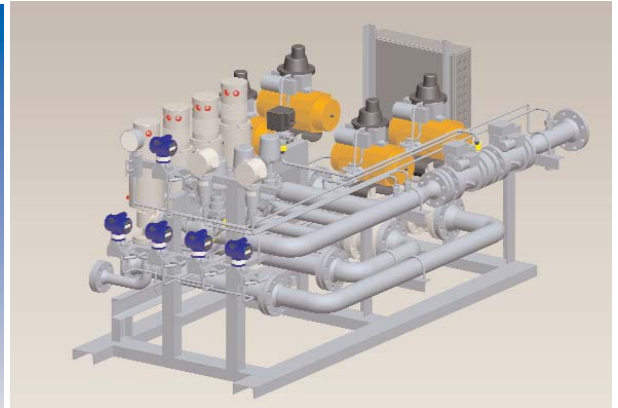
С Фото 2. Шумотеплоизолирующий кожух установлен на рамах турбоблока и вспомогательных устройств

С Рис. 1. Модель стартера-генератора синхронного СГВ-500

➤ **Рис. 2. Блок маслоснабжения ГТ-32 РП**



➤ **Рис. 3. Компоновка блока топливных клапанов и клапанов системы продувки**



в отдельный блок (рис. 2). Он предназначен для подготовки масла в системе маслоснабжения газовой турбины и центробежного компрессора.

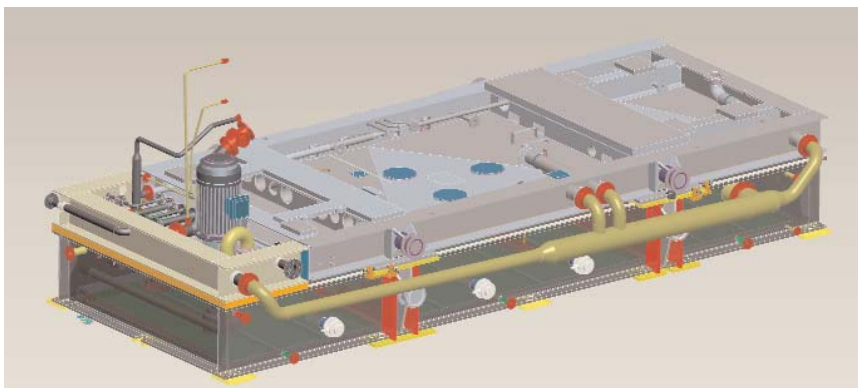
Блок маслоснабжения состоит из основного и вспомогательного насоса одного типа, сдвоенного фильтра масла, трубопроводной обвязки и стойки КИП, смонтированных на общей раме. Он представляет собой законченный агрегат с запорной регулирующей арматурой, обратными клапанами. Подключение – фланцевое, через имеющиеся ответные фланцы. Аварийный масляный насос расположен на раме маслобака

В системе смазки блок маслоснабжения выполняет следующие функции:

- создает гидравлическое давление, необходимое для циркуляции смазочного масла;
- осуществляет обращение масла через охладитель;
- выполняет очистку масла (в том числе идущего с аварийного насоса);
- осуществляет замер и контроль параметров масла.

Смазочное масло засасывается насосами из маслобака и через трубы нагнетается в коллектор, из которого поступает на внешний охладитель. После чего масло возвращается в подводящий коллектор и очищается в одной из секций фильтра. Затем оно поступает в трубу, имеющую регулятор давления, и подается

⊙ **Рис. 4. Общий вид рамы-маслобака с трубопроводами и рамой турбоблока**



в трубопровод на раме-маслобаке для дальнейшей разводки к подшипникам газовой турбины, центробежного компрессора и в коллектор подачи охлаждающего масла к стартеру-генератору СГВ-500. В коллектор также может поступать для очистки масло от аварийного насоса, расположенного на раме маслобака.

На рис. 2 показано расположение насосов системы маслоснабжения установки ГТ-32РП.

Система топливоподдачи

Система топливоподдачи ГТ-32РП убрана с рамы вспомогательных устройств и устанавливается на нулевой отметке в помещении станции непосредственно возле турбоблока.

Блок клапанов конструктивно выполнен в виде рамы, на которой установлены кроме клапанов контрольно-измерительные приборы и клеммная коробка, предназначенная для выполнения необходимых электрических соединений. Посредством фланцевых соединений блок клапанов подсоединяется к подводящему трубопроводу топливного газа, трубопроводам подвода продувочного воздуха и подачи топливного газа в топливные коллекторы камеры сгорания. При помощи штуцерно-торцевых соединений блок подсоединяется к трубопроводу подвода приборного воздуха и дренажным трубопроводам.

Блоки управления регулирующими клапанов (1000С215-G001) размещаются в шкафах агрегатной системы автоматики. На рис. 3 представлена компоновка блока топливных клапанов и клапанов системы продувки.

Рама-маслобак

Рама-маслобак (рис. 4) представляет собой сварную металлоконструкцию, предназначенную для установки газовой турбины ГТ-32РП; хранения и обеспечения оборота масла системы маслоснабжения во время работы ГТУ; установки шумотеплоизолирующего кожуха.

Рама-маслобак включает в себя следующие составные части:

- маслобак, являющийся опорной металлоконструкцией для установки турбоблока ГТ-32РП и передачи на фундамент статических и динамических нагрузок при работе газовой турбины, а также емкостью для системы маслоснабжения;
- основание, которое обеспечивает единую высотную отметку рамы турбоблока и рамы маслобака при установке кожуха, а также является опорным элементом для установки топливных трубопроводов от блока топливоподачи к турбоблоку;
- аварийный насос смазочного масла с приводом от электродвигателя постоянного тока;
- теплоэлектронагреватели для разогрева масла в период предпусковой подготовки до необходимой температуры;
- уровнемеры (электронный и показывающий) для обеспечения контроля уровня масла;
- запорную арматуру (шаровые краны).

Для осуществления очистки рамы-маслобака после слива масла предусмотрены люки.

В качестве основного масла, применяемого в системе маслоснабжения, используется ТП-22С по ТУ 38.101821, в качестве резервного – ISO VG32 согласно GEC 28143A.

Кожух шумотеплоизолирующий (КШТ)

Кожух турбоблока ГТ-32РП разработан на базе КШТ турбоблока «Ладога 32» и в основном аналогичен ему, за исключением некоторых технических решений (рис. 5).

В связи с изменениями, внесенными в компоновку турбоблока, при установке стартера-генератора и турбины на собственной раме на раму-маслобак увеличилась длина КШТ. Для того чтобы оптимизировать компоновочные решения по установке турбоблока в ангарном укрытии и уменьшить высоту ангара, фланец подачи охлаждающего воздуха под КШТ перенесен на верхнюю часть торцевой поверхности кожуха, с сохранением проходного сечения фланца. Расход воздуха, предназначенного для охлаждения турбины, не изменился.

Для обеспечения доступа в зону обслужива-

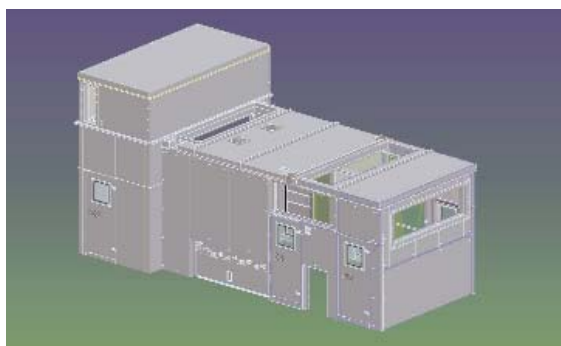


Рис. 5. Общий вид шумотеплоизолирующего кожуха



Рис. 6. Общий вид газотурбинной установки ГТ-32РП «Ладога»

Закрытое акционерное общество «РЭП Холдинг» – российский энергомашиностроительный холдинг, образован в январе 2004 года. Осуществляет инженеринговые разработки, изготовление и комплексные поставки электротехнического и энергетического оборудования для газовой, нефтяной, металлургической и химической промышленности, для энергетики и судостроения.

Сегодня в структуре холдинга 12 дочерних компаний, а также несколько совместных предприятий с западными компаниями. Предприятия, входящие в состав холдинга – это предприятия с полным производственным циклом, юридически самостоятельные и полностью управляющие своей основной текущей деятельностью.

В состав холдинга входят промышленные, научно-производственные и сервисные предприятия, среди которых такие крупные предприятия Петербурга как «Завод Электропульт», «Невский Завод», «Невский металлургический Завод» и др.

Предприятия холдинга изготавливают и внедряют современное энергосберегающее турбокомпрессорное оборудование, инновационные системы управления, распределения и преобразования электроэнергии, предоставляют услуги в области инженеринга, выполняют проектные работы по строительству, реконструкции и перевооружению технологически сложных промышленных объектов.

Продукцию, выпускаемую предприятиями холдинга, определяет высокое качество, надежность и конкурентоспособность.

Высокое качество продукции и услуг ЗАО «РЭПХ» обеспечивается внедренной единой интегрированной системой менеджмента качества и экологического менеджмента. Соответствие ИСМ требованиям международных и российских стандартов, а также корпоративных стандартов ОАО «Газпром» в области качества и охраны окружающей среды подтверждено сертификатами, выданными крупнейшими независимыми органами по сертификации: «Тест-Санкт-Петербург», Ассоциацией «Петросерт», Международной сертификационной сетью IQNet, членом Международного Аккредитационного Форума IAF – Ассоциацией SINCERT.

На сегодняшний день «РЭП Холдинг» является ключевым энергомашиностроительным предприятием России, специализирующимся на разработке и производстве инновационной продукции, применение которой будет способствовать скорейшей модернизации нефтегазовой отрасли и газопроводной системы страны.

ния стартера-генератора предусмотрены две дополнительные двери на боковых поверхностях КШТ. Конструкция и размеры дверей аналогичны конструкции ГТУ «Ладога 32». В остальном, кожух ГТ-32РП не имеет конструктивных отличий от КШТ турбины «Ладога 32».

Комплексная система автоматического управления

Комплексная система автоматического управления (КСАУ) ГТ-32РП обеспечивает диагностику состояния, управление, регулирование и защиту всего технологического оборудования.

КСАУ строится на базе современных апробированных программно-технических средств компаний Siemens и GE, которые являются перспективными для использования в ближайшие 15 лет.

Управление стартером-генератором осуществляется посредством высокотехнологичного частотно-регулируемого привода, обеспечивающего оптимальные характеристики на всех пусковых режимах.

Система управления размещается в одном составном блоке габаритами 20 x 3 м. Она проходит полный цикл испытаний с газовой турбиной на заводском стенде, после чего отправляется на объект эксплуатации в полной заводской готовности вместе с турбиной. САУ полностью унифицирована, ее конструкция не зависит от объекта эксплуатации.

В основу построения устройств системы управления ГТ-32РП «Ладога» положена современная цифровая концепция. В КСАУ предусмотрен прием сигналов от агрегатных интеллектуальных станций, расположенных непосредственно на технологическом оборудовании ГПА (на ГТУ, нагнетателе, маслосистеме и др.) по цифровой шине, что сводит к минимуму электромонтаж на объекте и обеспечивает максимальную заводскую готовность ГПА.

Таким образом, в результате мероприятий по модернизации ГТУ «Ладога 32» была создана современная установка ГТ-32РП с уменьшенными практически вдвое массогабаритными характеристиками (рис. 6).

Это позволяет применять ее как при новом строительстве, так и для реконструкции существующих компрессорных станций, а также в качестве генераторной машины для выработки электроэнергии.

Кроме того, при использовании вырабатываемой стартером-генератором электроэнергии для собственных нужд уменьшается ее потребление из общей сети.

ПОДПИСКА

на журнал

Турбины и Дизели

Подписной индекс
в Объединенном каталоге
«Пресса России»:

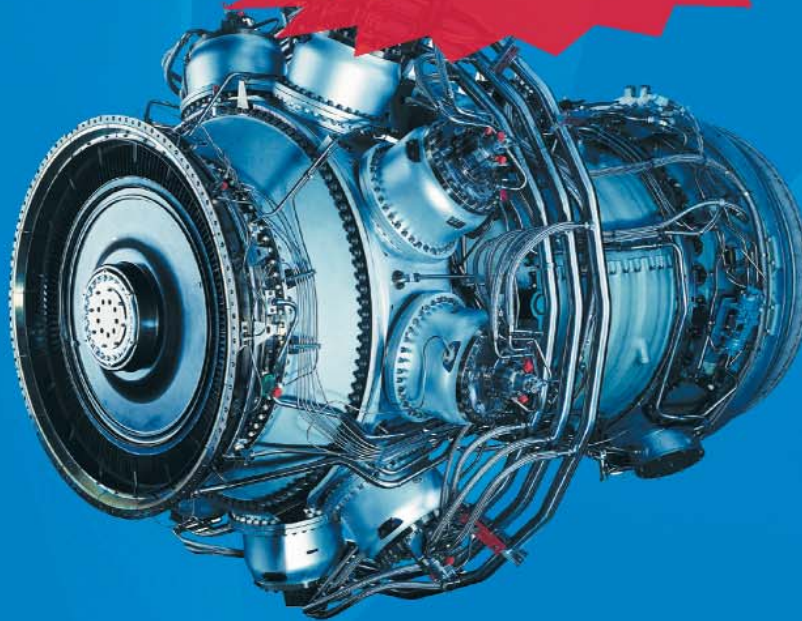
87906

Журнал «Турбины и дизели»

87907

Каталог
энергетического оборудования
«Турбины и дизели»

Ретро-подписка:
все вышедшие номера журнала



Тел.: (4855) 250-571/572; факс 220-692
info@turbine-diesel.ru
www.turbine-diesel.ru

На территории Украины подписка осуществляется через ООО «ПресЦентр»:
Тел./факс: (044) 536-11-75, 536-11-80 E-mail: info@prescentr.kiev.ua