



**ГАЗОТУРБИННЫЕ ДВИГАТЕЛИ
ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
В ГАЗОТРАНСПОРТНЫХ СЕТЯХ**



ЗОРЯ-МАШПРОЕКТ

НА МОРЕ, В ЭНЕРГЕТИКЕ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



Государственное предприятие Научно-производственный комплекс газотурбостроения “ЗОРЯ”-“МАШПРОЕКТ” имеет шестидесятипятилетний опыт проектирования и производства газотурбинных двигателей для военно-морского флота, торговых и пассажирских судов, газоперекачивающих агрегатов и электростанций. Двигатели, разработанные для условий морской среды, отлично зарекомендовали себя на суше. С 1953 года изготовлено и поставлено более 3500 судовых и промышленных двигателей и тысячи разнообразных редукторных передач для водоизмещающих кораблей различного класса, кораблей на воздушной подушке и подводных крыльях, а также промышленного назначения.

Газотурбинными установками “ЗОРЯ”-“МАШПРОЕКТ” оснащены корабли 20 стран мира, более 150 компрессорных станций и около 60 электростанций Украины, Китая, России, Казахстана, Беларуси, Чехии, Канады, Азербайджана, Ирана, Польши и других стран. Суммарная мощность двигателей превышает 50 миллионов кВт, а общая наработка - более 90 миллионов часов.

По статистике “Газпрома” газоперекачивающие агрегаты с приводами “ЗОРЯ”-“МАШПРОЕКТ” признаны наиболее надежными. По сравнению с приводами других фирм они имеют наибольшее среднее значение коэффициента технического использования, максимальную наработку на отказ и самый высокий коэффициент готовности.

Благодаря непрерывной работе по поддержанию и повышению технического уровня, наработка лидеров двигателей второго поколения превысила 100 тысяч часов. Двигатели третьего поколения UGT 15000 - более 70 тысяч часов, четвертого поколения UGT 25000 - 60 тысяч часов. Новый двигатель четвертого поколения UGT 10000 уже проработал уже более 25000 часов.

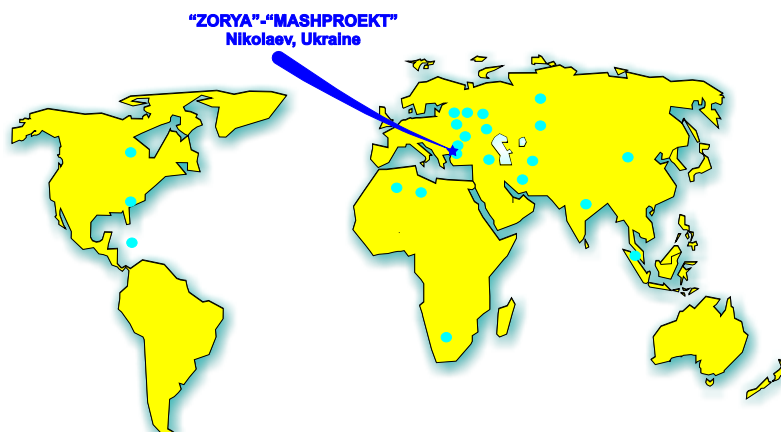
Специалисты Центра научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ “Машпроект” постоянно трудятся над созданием новых и совершенствованием разработанных изделий.

Производственные цеха и лаборатории ГП НПКГ “ЗОРЯ”-“МАШПРОЕКТ” оснащены современными станками, оборудованием и технологиями, подготовленным персоналом. Прецизионное литье жаропрочных сталей и сплавов, точная, изотермическая и импульсная штамповка, электронно-лучевая сварка, газоциркуляционное и плазменное покрытие, лазерная резка, электрические методы обработки - не полный перечень применяемых прогрессивных технологий.

Наличие собственной инструментальной базы позволяет осуществлять своевременную и качественную подготовку производства.

На стендах научно-исследовательского отделения осуществляется доводка и испытание деталей и узлов двигателя. Одиннадцать стендов для испытания полноразмерных двигателей и установок находятся на основной территории и пять - в поселке Каборга, где построено специальное загрузочное газовое кольцо для испытания газоперекачивающих агрегатов.

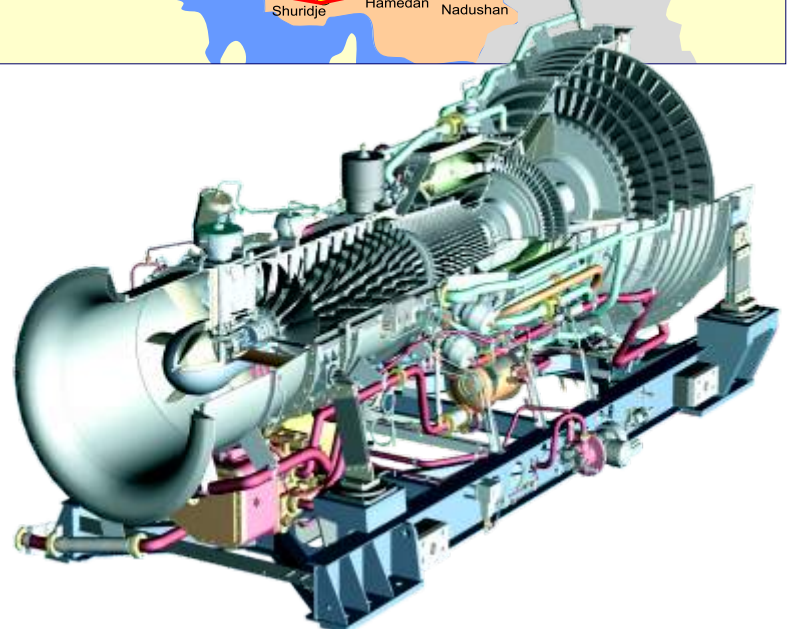
Специалисты комплекса осуществляют монтаж, пусконаладочные работы, гарантийное техническое обслуживание опытных и серийных изделий на объектах заказчика, а также авторский надзор в течение всего срока эксплуатации. По желанию заказчика проводится техническое обучение обслуживающего персонала, а также ремонт в условиях объекта или на предприятии.



ГАЗОТУРБИННЫЕ ДВИГАТЕЛИ “ЗОРЯ”-“МАШПРОЕКТ” НА КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЯХ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

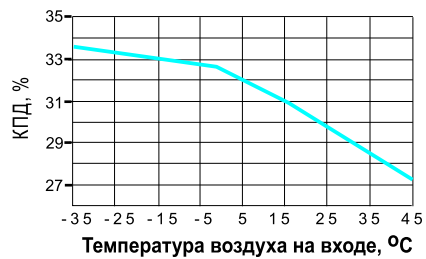
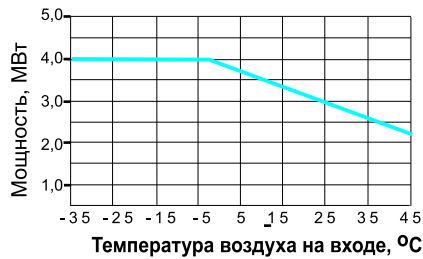


●	ДР59	ГПУ-10.....	364 шт.
●	ДЖ59	ГПУ-16.....	113 шт.
■	ДЖ59	Модерн. ГТК-25/76.....	12 шт.
▲	ДЖ59	Модерн. ГТК-10-4.....	15 шт.
●	ДЕ76	1 шт.
●	ДТ71	ГПА-Ц-6,3С	18 шт.
■	ДТ71	Модерн. ГПА-Ц-6,3	5 шт.
●	ДН70	Модерн. ГТК-10-4	1 шт.
■	ДН70	Модерн. ГПУ-10	1 шт.
▲	ДТ70	ГПА-Ц-8С	4 шт.
★	ДУ70	ГПУ-16К “Водолей”	1 шт.
●	ДГ90	ГПА-Ц-16С	203 шт.
■	ДГ90	Модерн. ГТК-10-4	22 шт.
▲	ДГ90	Модерн. “Соберра-182”	10 шт.
◆	ДГ90	Замена двигателя “Avon”.	2 шт.
●	ДУ80	ГПА-Ц-25С	30 шт.
■	ДН80	Модерн. ГПА-25/76	60 шт.



UGT 3000

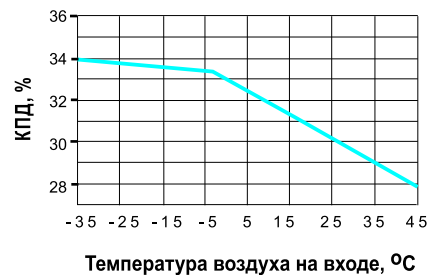
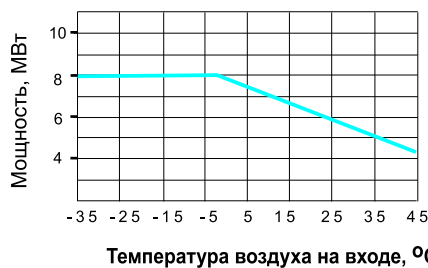
(ДЕ76)



Номинальная мощность, кВт	3360	Температура выхлопа, °C	420
КПД, %	31,0	Габаритные размеры, м	2,5x1,3x1,25
Удельный расход топл. газа, м³/кВт·ч	0,324	Масса, т	2,5
Расход выхлопных газов, кг/сек	15,5		

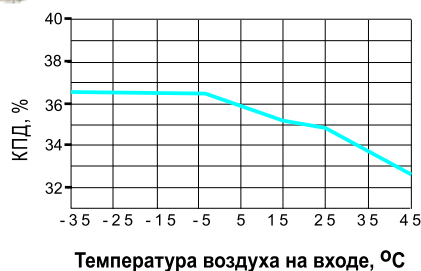
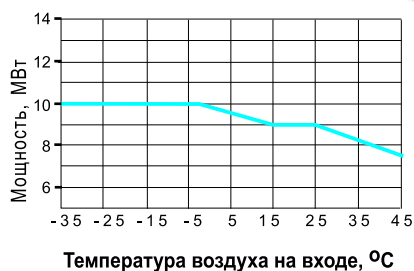
UGT 6000

(ДТ71)



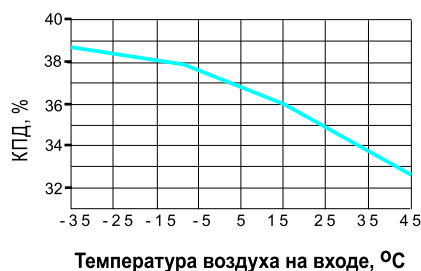
Номинальная мощность, кВт	6700	Температура выхлопа, °C	428
КПД, %	31,5	Габаритные размеры, м	4,6x1,8x1,8
Удельный расход топл. газа, м³/кВт·ч	0,319	Масса, т	4,5
Расход выхлопных газов, кг/сек	31		

UGT 8000 (ДТ70П)



Номинальная мощность, кВт	8300	Температура выхлопа, °C	470
КПД, %	33,2	Габаритные размеры, м	4,0x1,8x1,7
Удельный расход топл. газа, м³/кВт·ч	0,303	Масса, т	5
Расход выхлопных газов, кг/сек	33,0		

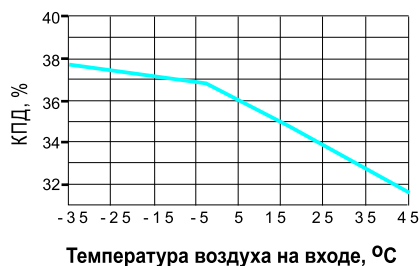
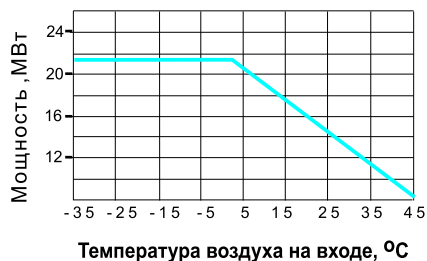
UGT 10000 (ДН70, ДИ70)



Номинальная мощность, кВт	10500	Температура выхлопа, °C	490
КПД, %	36,0	Габаритные размеры, м	4,0x1,8x1,7
Удельный расход топл. газа, м³/кВт·ч	0,279	Масса, т	5
Расход выхлопных газов, кг/сек	36,8		

UGT 15000

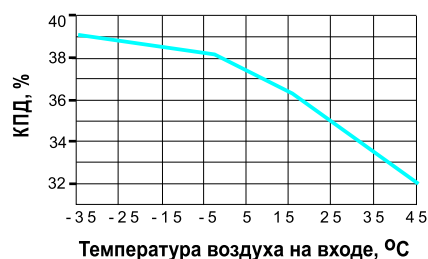
(ДГ90)



Номинальная мощность, кВт	16700	Температура выхлопа, °C	414
КПД, %	35	Габаритные размеры, м	4,7x2,1x2,2
Удельный расход топл. газа, м³/кВт·ч	0,287	Масса, т	9
Расход выхлопных газов, кг/сек	72,2		

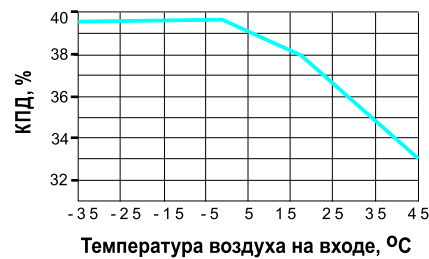
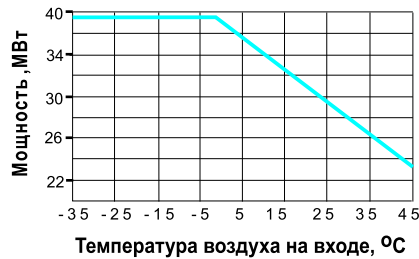
UGT 25000

(ДИ80, ДН80,
ДУ80)



Номинальная мощность, кВт	26700	Температура выхлопа, °C	484
КПД, %	36,5	Габаритные размеры, м	6,4x2,5x2,7
Удельный расход топл. газа, м³/кВт·ч	0,275	Масса, т	16
Расход выхлопных газов, кг/сек	89		

UGT 32000 (ДУ32)



Номинальная мощность, кВт	32800	Температура выхлопа, °C	475
КПД, %	38,2	Габаритные размеры, м	6,33x2,5x2,4
Удельный расход топл. газа, м³/кВт·ч	0,265	Масса, т	16,6
Расход выхлопных газов, кг/сек	105		

Увеличить коэффициент использования тепла на компрессорных станциях позволит применение утилизации энергии уходящих из ГТУ газов в пароводяном теплоутилизационном контуре.

НПКГ “Зоря”-“Машпроект” широко использует свой опыт создания газотурбинных установок с утилизацией тепла уходящих газов различного назначения. Пар, вырабатываемый в котле-утилизаторе, может использоваться для нужд теплофикации и в технологическом цикле различных производств или подаваться в газотурбинный двигатель как дополнительное рабочее тело, повышая КПД и мощность установки, снижая эмиссию вредных веществ в продуктах сгорания.

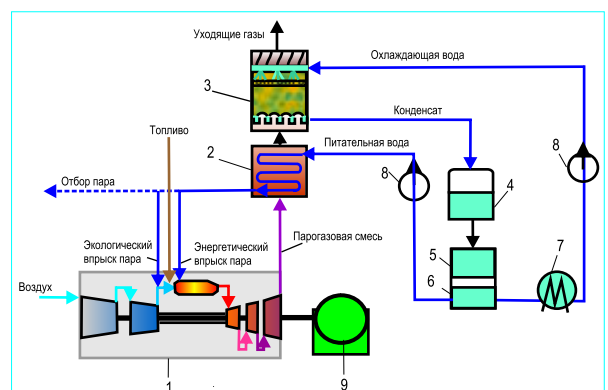
Достоинствами контактной газопаротурбинной установки “Водолей” являются высокие значения КПД, удельной работы, низкие значения вредных выбросов. В настоящее время установки “Водолей” имеют значения КПД в условиях ISO равные 43%. На номинальной мощности величина эмиссии NOx для установки мощностью 25 МВт не превышает 25 ppm, для установки 16 МВт - 35 ppm. Эмиссия CO₂ составляет 30 ppm.

Пар, полученный в утилизационном котле, используется для получения дополнительной мощности и подавления эмиссии NOx/CO до 25-30 ppm.

В контактном конденсаторе, установленном за котлом-утилизатором, осуществляется конденсация и улавливание воды из отходящей парогазовой смеси. При температуре охлаждающей воды на входе в конденсатор менее 30°C установки “Водолей” способны генерировать дополнительное количество пресной воды, образуемой в результате химической реакции сгорания топлива в двигателе.

УСТАНОВКИ СЛОЖНОГО ЦИКЛА ДЛЯ ПРИВОДА НАГНЕТАТЕЛЕЙ ГАЗА

Схема установки “ВОДОЛЕЙ”



- 1 - газотурбинный двигатель,
- 2 - паровой котел-утилизатор,
- 3 - контактный конденсатор,
- 4 - конденсатосборник,
- 5 - блок очистки конденсата,
- 6 - расходный бак питательной воды,
- 7 - охладитель воды,
- 8 - насос,
- 9 - нагнетатель газа.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ “ЗОРЯ”-“МАШПРОЕКТ” ДЛЯ НОВЫХ И МОДЕРНИЗИРУЕМЫХ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ

Опыт применения газотурбинных двигателей “Зоря”-“Машпроект” в составе газоперекачивающих агрегатов составляет более 25 лет. К настоящему времени большинство газоперекачивающих агрегатов на базе ДР59 выработали полный ресурс.

Специалистами комплекса создана программа по использованию двигателей третьего и четвертого поколения в газоперекачивающих агрегатах строящихся и модернизируемых компрессорных станций для замены приводов как собственного производства, так и других производителей.

Всего разработано девять типов ГПА различной мощности и на их базе 35 проектов модернизации эксплуатирующихся газоперекачивающих агрегатов с заменой устаревших, выработавших ресурс приводов на современные более экономичные газотурбинные двигатели “Зоря”-“Машпроект”. В результате такой реконструкции на действующей компрессорной станции, иногда без остановки, обеспечивается современный технический уровень. Наибольший экономический эффект имеет модернизация действующих компрессорных цехов в условиях, когда

строительство нового цеха невозможно или чрезвычайно затруднительно (на горных участках газопроводов, на мерзлых грунтах Крайнего Севера, на заболоченных территориях, при наличии проблем с отводом земли).

“Зоря”-“Машпроект” выполняет проекты привязки двигателей в модернизируемых агрегатах, а также подготавливает документацию на комплекты материальной части, необходимой для модернизации ГПА, включая доработку используемого оборудования (нагнетатели, опоры, газовыхлопы, воздухозаборы, обслуживающие агрегат системы). По желанию заказчика специалисты комплекса могут выполнить инженерный проект САУ модернизируемых агрегатов.

Для повышения автономности работы компрессорных станций при отключении внешнего энергоснабжения и с целью уменьшения затрат на покупку электроэнергии “Зоря”-“Машпроект” предлагает на освободившихся после модернизации станциях использовать блочно-комплектные электростанции, мощностью 6, 16 и 25 МВт, а также турбодетандерные агрегаты собственного и совместного производства.

UGT 3000

Модификация двигателя ДЕ76 с частотой вращения 9700 разработана специально для привода центробежного компрессора марки ЗРС56/3РСД56 “ЧКД Прага Энерго” (Чехия) без редуктора или мультипликатора. Агрегат используется для закачки газа в подземное хранилище газа “Штрамберг” (Чехия).

Двигатель имеет принципиально новые двухканальные горелочные устройства для снижения NOx и специальную конструкцию укрытия с многослойной взрывобезопасной изоляцией.

Двигатель может использоваться для привода агрегата ГПА-3С “Урал”, разработанного НПО “Искра”, г. Пермь, Россия.



В машинном отделении на подземном хранилище “Штрамберг”

UGT 6000



ГПА-Ц-6,3С с газотурбинным двигателем ДТ71

Двигатель UGT 6000 (ДТ71) используется в серийно изготавливаемом “СМНПО им. М.В. Фрунзе” агрегате ГПА-Ц-6,3С, а также при замене авиационных конвертированных двигателей НК-12СТ при модернизации агрегатов ГПА-Ц-6,3 и промышленных двигателей НЗЛ при модернизации агрегатов ГТ-750-6 и агрегатов ГТН-6, ГТ-6-750 производства Уральского Турбомоторного Завода.

В эксплуатации находятся более 30 двигателей ДТ71, наработка лидерных двигателей приближается к 50000 часов.



ГПА-Ц-6,3С с газотурбинным двигателем ДТ71 на КС Диканька, Украина

UGT 10000

Двигатель четвёртого поколения **UGT 10000** разработан в нескольких модификациях:

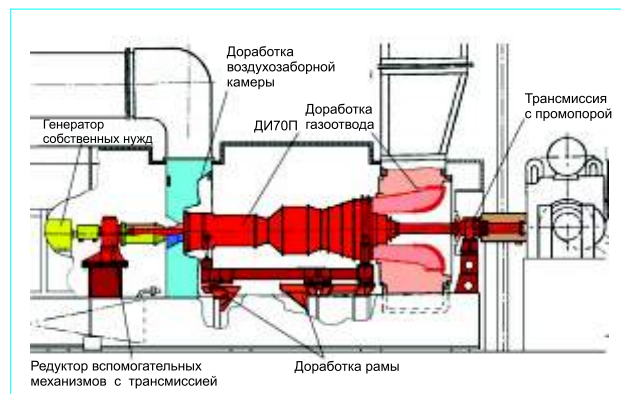
- **ДН70Л** с частотой вращения четырёхступенчатой силовой турбины **4800 об/мин** левого вращения для модернизации агрегатов ГТК-10-2, ГТК-10-4, ГПУ-10;

- **ДИ70П** с частотой вращения трёхступенчатой силовой турбины **6500 об/мин** правого вращения для модернизации агрегатов ГТК-10-И;

- **ДИ70Л** с частотой вращения трёхступенчатой силовой турбины **6500 об/мин** левого вращения для модернизации агрегатов ГТ-750-6;

- **ДУ70Л**, форсированная до мощности **16 МВт** за счет подачи пара, с четырёхступенчатой силовой турбиной частотой вращения **4800 об/мин** левого вращения для использования в агрегате ГПА-16К "Водолей".

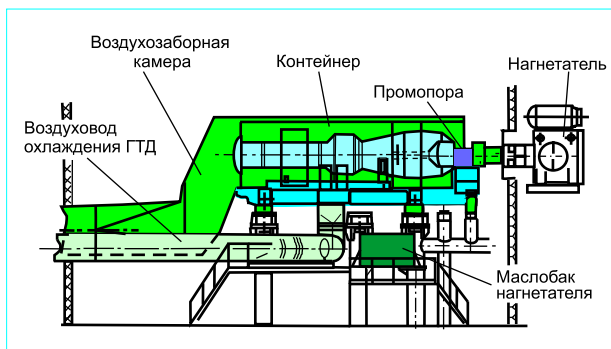
Модернизация агрегата ГТК-10-И с заменой двигателя MS 3002 фирмы «General Electric» на двигатель ДИ70П



Особенностью этой модернизации является "встраивание" нового двигателя в существующую конструктивную схему исходного агрегата с сохранением всех его функций, в т.ч. привода генератора собственных нужд и объединённой маслосистемы.

Поддержание постоянства частоты вырабатываемой генератором собственных нужд электроэнергии при плавающей частоте вращения ротора компрессора обеспечивается при помощи регулятора частоты тока и напряжения типа "Altivar", который обеспечивает также управление стартером двигателя при пуске ГПА.

Модернизация агрегата ГТК-10-4



Турбоблок модернизированного агрегата ГТК-10-4 с воздухозаборной камерой и маслоблоком в сборочном цехе предприятия.

Контейнер двигателя выполнен с высокой эффективностью шумоглушения. Интегральная конструкция турбоблока и воздухозаборной камеры уменьшает объем строительно-монтажных работ. Обеспечение смазки нагнетателя от системы высокого давления позволило отказаться от всережимного электронасоса смазки.



Блок двигателя ДН70Л для модернизации агрегата ГПУ-10 на КС Ромненская, Украина



Двигатель ДН70Л в составе модернизированного агрегата ГТК-10-4 на КС Кировоградская, Украина

UGT 15000

Двигатель **UGT 15000** выпускается следующих модификаций:

- **ДГ90Л, ДГ90Л2** с частотой вращения силовой турбины **5300 об/мин** левого вращения для использования в новых газоперекачивающих агрегатах компрессорных цехов:

ГПА-Ц-16С ОАО "СМНПО им. М.В.Фрунзе" (г. Сумы),
ГПА-16С "Урал" ОАО НПО "Искра" (г. Пермь),
ГПА-16 "Волга" (г. Казань);

при модернизации ГПА с повышением мощности привода:

ГТК-10-4 (ГТК-10-2) разработки НЗЛ (г. Санкт-Петербург),
ГПУ-10 разработки ГП НПКГ "Зоря"-"Машпроект",
ГПУ-16 разработки ОАО "СМНПО им. М.В.Фрунзе".

- **ДГ90П** с частотой вращения силовой турбины **5300 об/мин** правого вращения для модернизации импортных агрегатов "Coberra-182" фирмы "Cooper-Rolls".

Головной образец двигателя ДГ90П смонтирован в 1994 году на компрессорной станции Богандинская (ООО "Сургутгазпром", ОАО "Газпром") в составе модернизированного агрегата "Coberra-182". С использованием двигателя ДГ90П модернизированы два компрессорных цеха на КС Богандинская и Туртаская.

С использованием двигателя ДГ90Л2 выполнена модернизация компрессорных цехов с агрегатами ГТК-10-4 (ГТК-10-2) на компрессорных станциях Демьянская и Вынгапуровская (ООО "Сургутгазпром"), Заволжская (ООО "Волготрансгаз"). На КС Вынгапуровская также работает цех, оснащенный модернизированными агрегатами ГПУ-16С с двигателями ДГ90Л2.

Модернизация агрегата ГПУ-10 (ГПА-10-01) производится с заменой двигателя второго поколения ДР59Л мощностью 10 МВт и КПД 27% на двигатель ДГ90Л мощностью 16 МВт. При этом количество ГПА при реконструкции типового цеха может быть уменьшено с 8 до 4-5 агрегатов.

При модернизации предусматривается установка нового двигателя ДГ90Л в доработанном серийном блоке из обменного фонда.

Производится модернизация или замена нагнетателя, замена КВОУ, газовыхлопного тракта, САУ, а также доработка систем вентиляции, топливопитания, смазки.

Двигатели ДГ90Л2 в составе новых газоперекачивающих агрегатов используются газотранспортными и газодобывающими организациями Украины, Российской Федерации, Беларуси, Туркмении, Узбекистана (более 200 двигателей), а также для привода аммиачных компрессоров на Одесском припортовом заводе (два двигателя).

Всего ГП НПКГ "Зоря"-"Машпроект" изготовлено более 300 двигателей UGT15000 различных модификаций.

Наработка лидерных двигателей на КС ООО "Сургутгазпром" превысила 70000 часов.

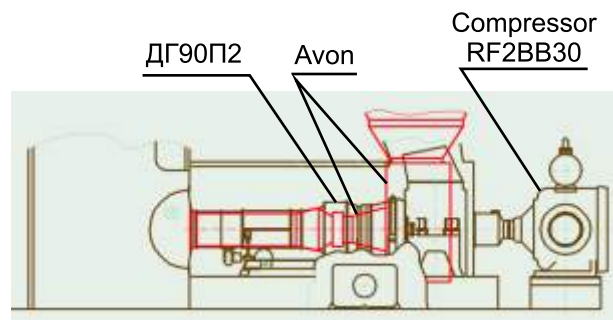


Схема модернизации газоперекачивающего агрегата "Coberra-182"



Агрегаты ГПА-Ц-16С с двигателем UGT 15000 на компрессорной станции "Комсомольская", Россия



Агрегаты ГПА-Ц-16С с двигателем UGT 15000 на компрессорной станции Слонимская, Беларусь



Контейнер с модернизированным приводом агрегата закачки аммиака на Одесском припортовом заводе

UGT 8000

Двигатель четвертого поколения UGT 8000 - **ДТ70П** мощностью **8 МВт** при $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ правого вращения с частотой вращения трёхступенчатой силовой турбины **8200 об/мин**, предназначен для привода компрессора в газоперекачивающих агрегатах ГПА-Ц-8С и ТКА-Ц-8С.

В эксплуатации находится 8 двигателей ДТ70П, общая наработка которых превысила 100000 часов.



Компрессорная станция "Найт" (Туркменистан)
с двигателями ДТ70П



Компрессорная станция "Кардам" (Болгария)
с двигателями ДТ70П

UGT 25000

Двигатель четвертого поколения **UGT 25000** имеет также несколько модификаций силовых турбин по частоте и направлению вращения:

- **ДН80Л** с частотой вращения **3300 об/мин** применяется для модернизации агрегата ГПА-25/76 НЗЛ;

- **ДИ80П** с частотой вращения **4850 об/мин** с турбиной правого вращения предназначен для замены двигателя MS5003 разработки фирмы "General Electric" в агрегатах ГТК-25И поставки фирмы "Nuovo Pignone";

- **ДУ80Л** с частотой вращения **4850 об/мин** с турбиной левого вращения предназначен для создаваемых СМНПО им. М.В.Фрунзе и НПО "Искра" новых агрегатов ГПА-Ц-25С и ГПА-25С "Урал".

Изготовлено более 200 двигателей серии UGT 25000. Лидерные двигатели наработали более 60000 часов.



Двигатель ДН80Л с укрытием в сборочном цехе
для модернизации агрегата ГПА-25/76



Компрессорная станция Абадэ, Иран



Модернизированный агрегат ГПА-25/76
в машинном зале КС Софиевская



ГП НПКГ “Зоря”-“Машпроект”
Богоявленский проспект 42а
Николаев, 54018, Украина
[http:// www.zmturbines.com](http://www.zmturbines.com)

2020

