



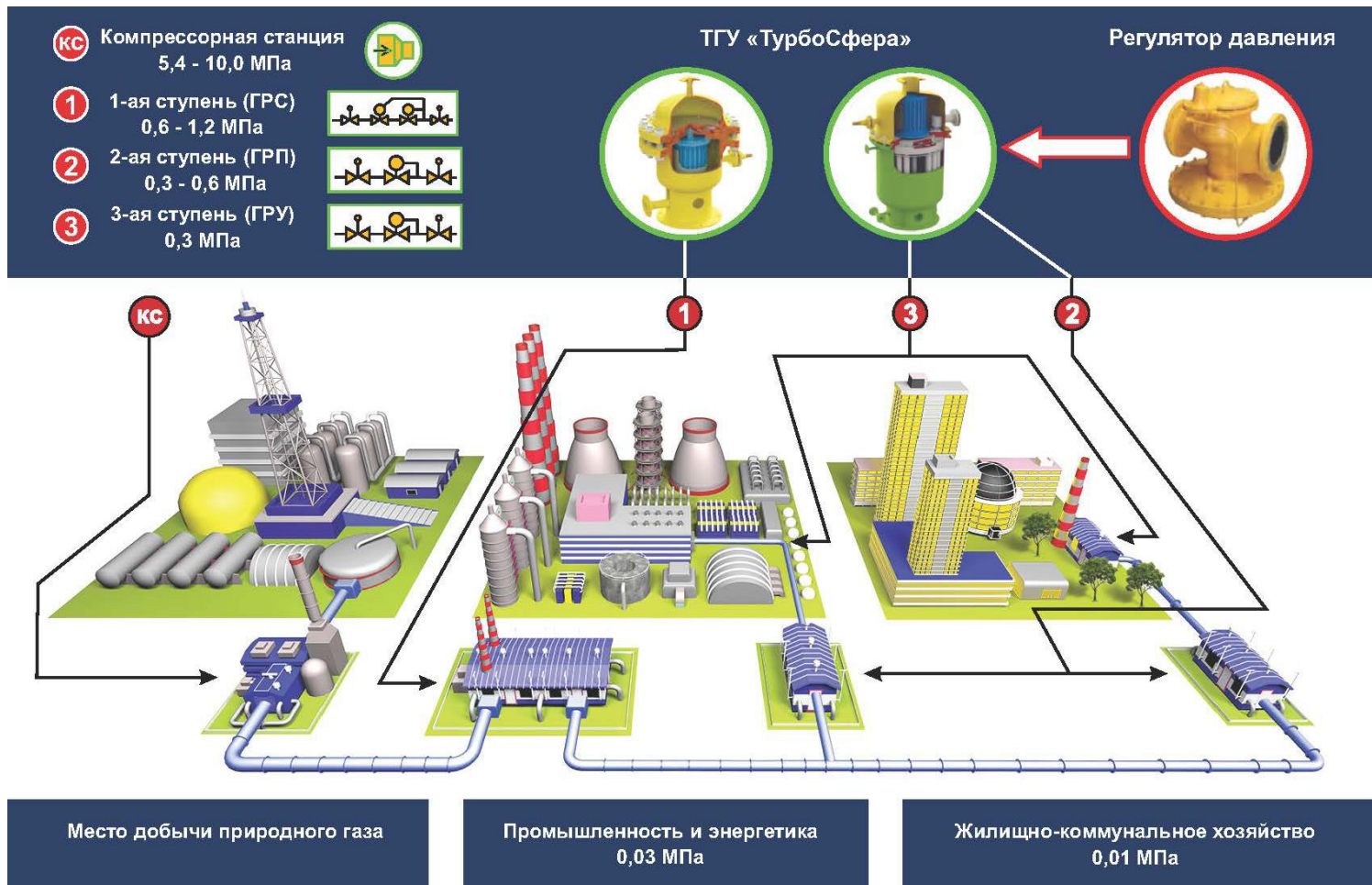
# ТурбоСфера

Электрогенерирующие установки для  
энерго- и ресурсосбережения



# Инновационная суть

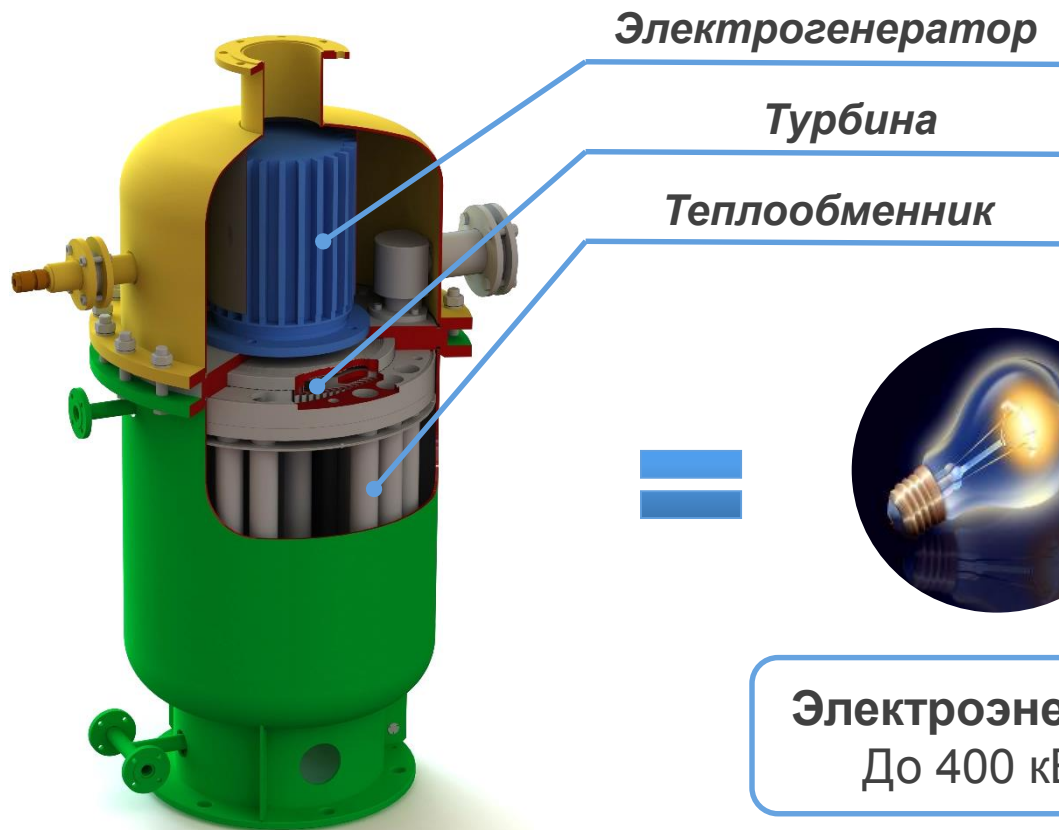
Преобразование в электричество энергии избыточного давления газа, неизбежно теряемой в существующих технологических циклах на этапах редуцирования



Энергия  
избыточного  
давления  
0,3 – 6,3 МПа  
>500 м<sup>3</sup>/ч



Низко-  
температурный  
теплоноситель  
20 - 40 °С



Электроэнергия  
До 400 кВт

- «3 в 1»: турбина + теплообменник + электрогенератор
- многоступенчатое расширение и подогрев между ступенями
- одно рабочее колесо с парциальным подводом



# Превосходство

Применимость на  
большинстве  
существующих объектов  
технологической  
инфраструктуры

Экологически чистый  
источник электроэнергии

Высокая  
эффективность и  
быстрая окупаемость

Оригинальная  
запатентованная  
конструкция

Простота  
технологической  
адаптации

100% независимости  
от импортных  
компонентов

Надёжность,  
минимальное  
техническое  
обслуживание



Используемые  
турбодетандеры

от 1000 кВт

Ограниченное кол-во  
объектов

ТГУ «ТурбоСфера»

от 5 кВт

Тысячи объектов!



# Промышленная эксплуатация на УП «Минсккоммунтеплосеть»



МИНИ-ТЭЦ в г. Минск  
ТГУ-15-6-Н



Система автоматического  
управления

Наработка более 4,5 тыс. часов с рекуперацией в сеть электроэнергетики



# Основные элементы ТГУ

## 1. Корпусные элементы



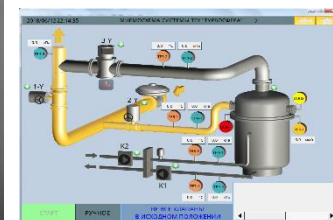
*Разрабатываются, изготавливаются и испытываются по правилам оборудования, работающего под избыточным давлением из стандартных элементов газопроводов*

## 2. Внутренние узлы турбогенератора



*Изготавливаются из высококачественных конструкционных материалов при задействовании собственного производства*

## 3. Электрика и САУ Программное обеспечение



*Применяются стандартные сертифицированные и проверенные комплектующие. ПО разрабатывается по собственным алгоритмам*



# Настоящее и перспективное партнёрство

## Магистральные сети



## Распределительные сети



БЕЛТОПГАЗ



## Промышленность



TATNEFT

СИБУР

GRUPA AZOTY



Северсталь



БЕЛНЕФТЕХИМ



## Производство электроэнергии



БЕЛЭНЕРГО

bpc GROUP ENGINEERING



МИНСКЭНЕРГО



Polska Grupa Energetyczna



ENERGETYKA CIĘPNA OPOLSCZYZYNSA

## Производство тепловой энергии



МКТС



PKC  
Российские  
Коммунальные  
Системы



TAURON  
POLSKA ENERGIA





# Цели применения ТГУ «ТурбоСфера»

## 1. Технологические нужды (обеспечение электроэнергией объектов)

### Применима при:

- *Необходимости автономного энергоснабжения удаленных объектов*
- *Обеспечении категории надежности электроснабжения*
- *Наличии перепада давления газа или другого теплоносителя*

### В результате:

- *Обеспечение до 100% нужд в электроэнергии*
- *Автономная электростанция*

## 2. Цели энергосбережения (повышение энергоэффективности и использование ВЭР)

### Применима при:

- *Наличии перепада давления газа;*
- *Наличии промышленного расхода для РБ от 1000 куб.м/ч (8 млн. куб.м./год); для РФ, Казахстана от 3000 куб.м/ч (24 млн. куб.м./год).*

### В результате:

- *Обеспечение до 20% собственных нужд электроэнергии*
- *Использование ВЭРов и выработка ЭЭ*



# Сферы использования



Газо-  
транспортная/распределительная  
система (КС, ГРС, ГРП и ГРУ)



Потребление природного газа в  
промышленности, энергетике,  
коммунальном хозяйстве



Пункты приёма сжиженного  
природного газа



Транспортировка и переработка  
попутного нефтяного газа

Промышленное использование  
азота, доменного, коксового и т.п.  
газов





Параметр	Ед. изм.	Значение
Стоимость энергии избыточного давления природного газа	долл.	0
Стоимость энергии тепловых отходов	долл.	0
Себестоимость генерируемой электроэнергии	центов/1 кВт·ч	от 1,0
Годовая экономия условного топлива	т/кВт	около 2,2
Годовое снижение выбросов CO <sub>2</sub>	т/кВт	около 2,4
Удельная стоимость ТГУ	тыс. у.е./кВт	1,5..2,0

Параметр	Ед. изм.	
<b>Ежегодный доход от производства электроэнергии на каждые 100 кВт мощности</b> <small>При стоимости ЭЭ 0,1 у.е./кВтч</small>	тыс. у.е.	72..92
<b>Срок окупаемости ТГУ ТурбоСфера</b> <small>При модернизации объекта</small>	лет	до 3

**Собственные нужды  
объекта или предприятия**



**Передача избытков на другие  
объекты, предприятия или в  
энергосистему (при наличии рынка ЭЭ)**



**Создание электропотребителя:**

- электрозаправочной станции для автомобилей и городского транспорта
- аккумуляторной станции для тяговых и обычных АКБ
- дата-центра\*
- промышленного холодильника\*
- пр. потребителей\*



\*возможно обеспечивать холодом за счет понижения температуры газа



# Производственная и испытательная база



**Производственная база (с 2018) – 280 кв.м**  
-5-ти осевой обрабатывающей центр  
-вертикально-токарный станок с ЧПУ  
-станок гидроабразивной резки с ЧПУ  
-Технологическое оборудование для сборки



**Испытательная база (с 2015) – 100 кв.м**  
*Испытание установок на сжатом воздухе  
мощностью до 30 кВт с выдачей  
мощности в сеть предприятия или с  
имитированием автономной системы  
электропитания*



# Поставка ТГУ



**Создание ТГУ  
«ТурбоСфера»**



3 мес

**Формирование  
комплекса на базе  
ТГУ «ТурбоСфера»**



3 мес

**СМР и ПНР на  
объекте**



3 мес



# Патентование и сертификация

## 1. Соответствие Техническим регламентам Таможенного Союза (032, 020, 012, 004)



## 2. Соответствие требованиям ЕС



## 3. Сертификация ISO 9001 и Газпромсерт



## 4. Национальные (США, Китай) и международные патенты на изобретения по системе РСТ



# Источники тепловой энергии для подогрева газа

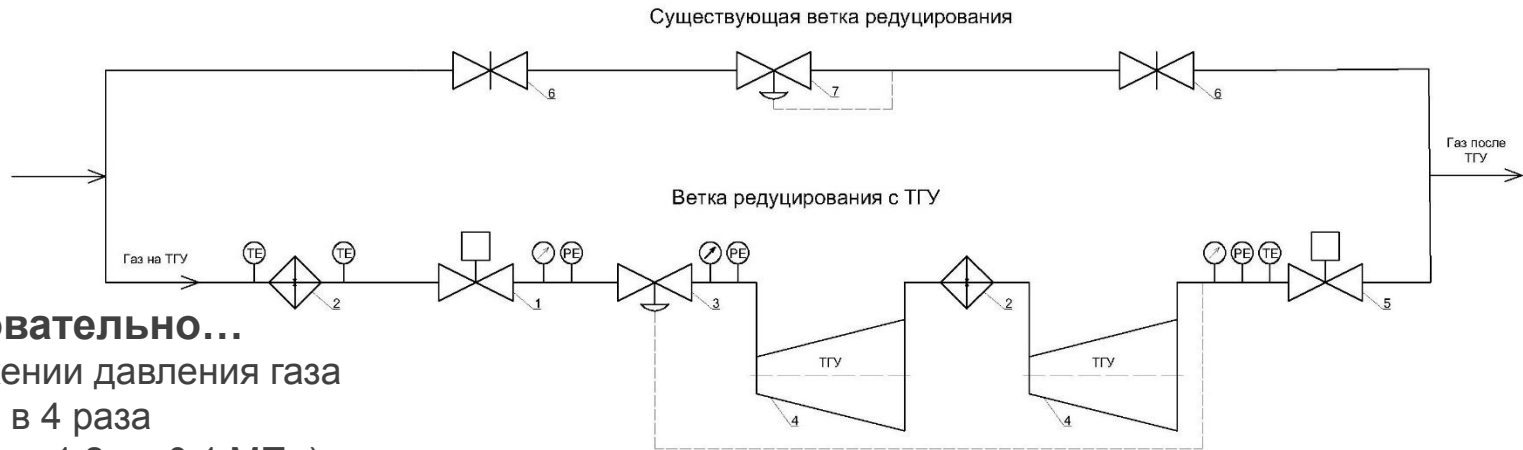
## Бросовые:

- Низкопотенциальные ВЭРы в виде пара, конденсата, дымовых газов и т.д.
- Контур охлаждения технологического оборудования, техническое водоснабжение предприятий
- Продувка котлов, канализационные стоки, вент. выбросы и т.п.
- Геотермальная энергия с применением тепловых насосов
- Солнечная энергия с применением коллекторов
- Горючие ВЭРы и пр.

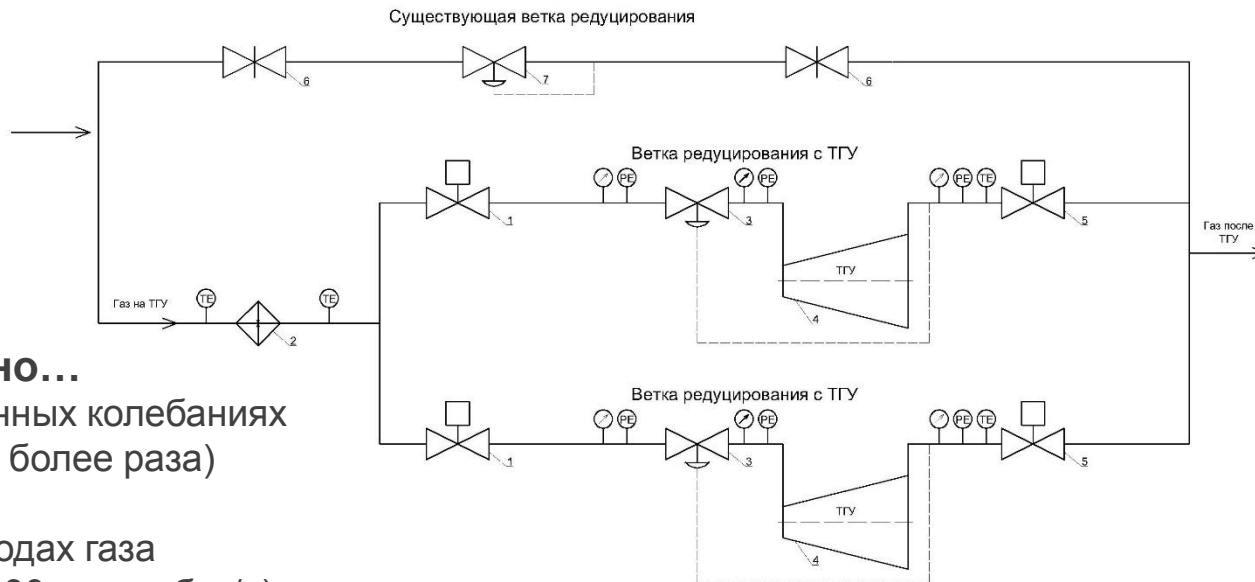
## С использованием топлива:

- Система теплоснабжения, отборы пара
- Газовый подогреватель или котёл





**Последовательно...**  
при понижении давления газа  
более чем в 4 раза  
(например, с 1,2 до 0,1 МПа)



**Параллельно...**  
при существенных колебаниях  
расхода (в 2 и более раза)  
или  
больших расходах газа  
(например, от 30 тыс. куб.м/ч)

1, 5 – автомат. клапана;  
2 – теплообменник (при  
отсутствии встроенного);  
3, 7 – регулятор давления;  
4 – ТГУ «ТурбоСфера»;  
6 – запорная арматура.



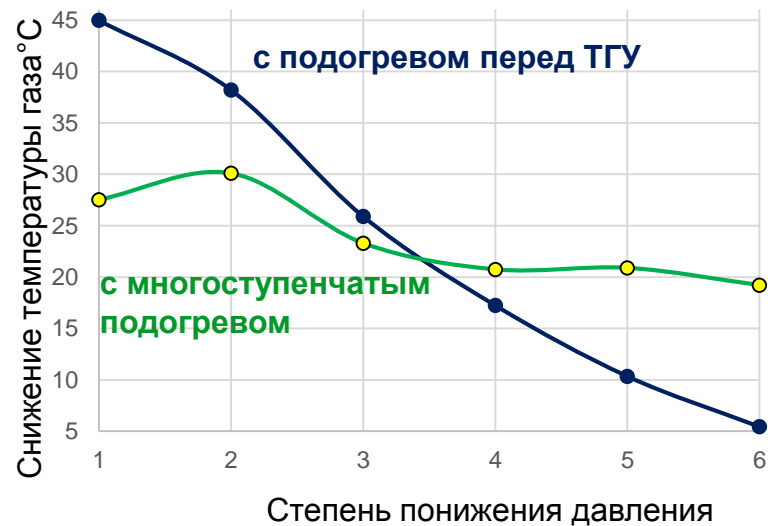
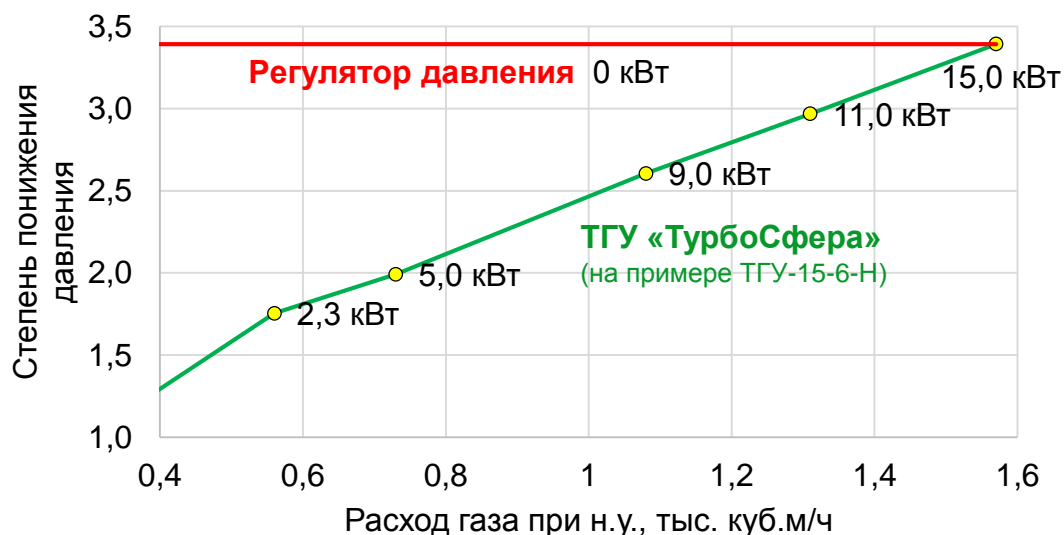
# Особенности использования энергии избыточного давления

## 1. Генерация «по возможности»:

Генерируемая мощность зависит в первую очередь от расхода, давлений и температуры газа в конкретный момент времени. Расход газа определяется потребителем, остальное – внешними условиями.

## 2. Турбина обеспечивает снижение давление газа, но не обеспечивает его поддержание.

Турбина имеет постоянное сопротивление, а регулятор давления – переменное.



## 3. Газ необходимо подогревать

При адиабатном расширении в турбине происходит снижение температуры газа интенсивнее (до 10 град на 0,1 МПа), чем при дросселировании в регуляторе давления. Подогрев газа предусматривается для обеспечения надежности оборудования.



# Ориентировочная мощности ТГУ ТурбоСфера при типовых параметрах ГРП

Давление газа (изб), МПа		Расход природного газа, тыс. нм <sup>3</sup> /ч									
		<i>1</i>	<i>1,5</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>10</i>	<i>15</i>	<i>20</i>	<i>30</i>
<b>ВХОД</b>	<b>ВЫХОД</b>										
<i>0,3</i>	<i>0,03</i>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>19</b>	<b>29</b>	<b>48</b>	<b>67</b>	<b>96</b>	<b>144</b>	<b>192</b>	<b>288</b>
<i>0,6</i>	<i>0,03</i>	<b>14</b>	<b>21</b>	<b>27</b>	<b>41</b>	<b>68</b>	<b>96</b>	<b>137</b>	<b>205</b>	<b>274</b>	<b>411</b>
<i>0,6</i>	<i>0,3</i>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>25</b>	<b>35</b>	<b>50</b>	<b>76</b>	<b>101</b>	<b>151</b>
<i>1,2</i>	<i>0,03</i>	<b>18</b>	<b>27</b>	<b>35</b>	<b>53</b>	<b>89</b>	<b>124</b>	<b>177</b>	<b>266</b>	<b>354</b>	<b>532</b>
<i>1,2</i>	<i>0,3</i>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>70</b>	<b>100</b>	<b>150</b>	<b>201</b>	<b>301</b>
<i>1,2</i>	<i>0,6</i>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>17</b>	<b>28</b>	<b>39</b>	<b>55</b>	<b>83</b>	<b>111</b>	<b>166</b>



## Надежность ТГУ:

- Более 22 технологических защит с контролем давлений, температур, вибрации, загазованности, качества и параметров электроэнергии и пр;
- Применяются предохранительно-запорные клапана совместно с ТГУ, предотвращающие аварийные ситуации на объекте;
- Обеспечивается бесперебойная подача газа потребителю с требуемыми параметрами при запуске и останове ТГУ (в т.ч. аварийном);
- Непрерывный мониторинг работы ТГУ, в т.ч. дистанционный, позволяющий спланировать необходимость технического обслуживания (главным образом – замена подшипников).

## Повышение надежность у потребителя:

- Обеспечение электроэнергии собственных нужд объектов от дополнительного источника (избыточного давления газа);
- Повышение ресурса и эффективности работы ГРП (снижение давление происходит в ТГУ, дополнительный подогрев газа и т.д.).



# Комплекс «ТурбоСфера»





# Первичный подбор ТГУ «ТурбоСфера»

## 1. Определение фактических параметров объекта:

$V_{\phi}$  – фактический расход газа, приведенный к нормальным условиям,  $\text{нм}^3/\text{ч}$

$P_1^{abc}$  - абсолютное давление на входе

$P_2^{abc}$  - абсолютное давление на выходе

## 2. Оценка генерируемой мощности:

в общем виде

для ТГУ «ТурбоСфера» при ст. параметрах ГРП

$$N_{ТГУ} = \frac{V_{\phi} \cdot \rho_n}{3600} \cdot \frac{k}{k-1} \cdot R \cdot T_{вх} \cdot \eta_{общ.} \cdot \left[ 1 - \left( \frac{P_2^{abc}}{P_1^{abc}} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right],$$

$$N_{ТГУ} = 0,05V_{\phi} \cdot \left[ 1 - \left( \frac{P_2^{abc}}{P_1^{abc}} \right)^{0,19} \right], \text{кВт};$$

## 3. Подбор ТГУ из ряда:

Максимальное рабочее давление, МПа	0,6/1,2/5,4/6,3
Мощность электрогенератора, кВт	5/8/11/15/18,5/22/30/37/45/55/75/90/110/132/160/200/250/315/400

ТГУ-	55-	12-	Н-	М
Турбогенераторная установка	Максимальная электрическая мощность, кВт	Максимальное рабочее давление, бар	С нагревателем (в исполнении без нагревателя опускается)	С магнитной муфтой (в исполнении без муфты опускается)