



СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
RUSSIAN POWER SYSTEM OPERATOR

ФИЛИАЛ АО «СО ЕЭС» ОРЕНБУРГСКОЕ РДУ

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ТРИГЕНЕРАЦИОННЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ УДАЛЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Доклад на XVI Научно-практическую конференцию «Планирование и управление электроэнергетическими системами» имени В.Н. Ясникова
Новосибирск, 2025

Шинкарев Владимир Владимирович

Специалист 1 категории оперативно-диспетчерской службы



Согласно Распоряжению Правительства РФ от 12.04.2025 №908-р «Об Энергетической стратегии РФ на период до 2050 г.» наиболее перспективными направлениями развития электроэнергетической отрасли являются:

- ⇒ увеличение доли электро- и гибридного транспорта за счет снижения доли автомобилей с двигателями внутреннего сгорания;
- ⇒ потребность в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах для развития технологий новой энергетики (хранение электроэнергии, возобновляемые источники энергии, водород, улавливание и захоронение диоксида углерода, энергоэффективность)
- ⇒ экономически эффективное удовлетворение внутреннего спроса населения и промышленности на экологически чистые технологии, в том числе с использованием природного газа.



ПЕРЕЧЕНЬ РЕГИОНОВ С ВЫСОКИМИ РИСКАМИ НАРУШЕНИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

По информации на июнь 2025 года, согласно приказу Минэнерго №542 от 22.05.2025, в перечень регионов с высокими рисками нарушения электроснабжения в 2025–2027 годах включены:

- ⇒ Дагестан, Ингушетия, Карачаево-Черкесия, Кабардино-Балкария, Северная Осетия — Алания, Чечня;
- ⇒ Адыгея, Калмыкия, Ростовская область, Краснодарский и Ставропольский края;
- ⇒ Крым и Севастополь, ЛНР, ДНР, Херсонская и Запорожская области;
- ⇒ Иркутская область, Забайкалье и Бурятия;
- ⇒ Амурская и Сахалинская области, Приморский и Хабаровский края, Еврейская автономная область и Якутия;
- ⇒ Калининградская область.



При наличии распределенной генерации потребители становятся автономными и независимыми от централизованного энергоснабжения



ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ

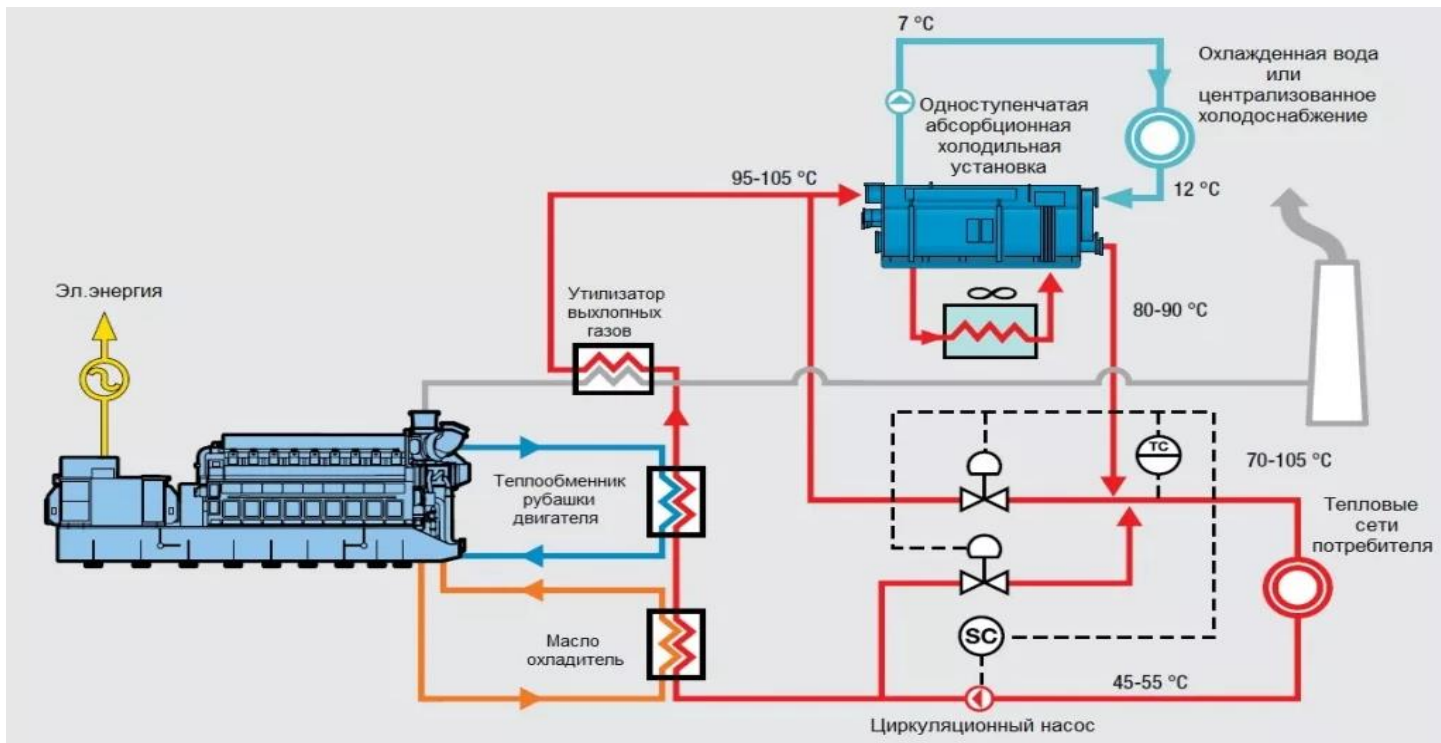
ДОСТОИНСТВА

- ➔ Повышение надёжности энергоснабжения потребителей;
- ➔ Снижение потерь при передаче электроэнергии;
- ➔ Улучшение экологической обстановки (при использовании ВИЭ);
- ➔ Повышение экономической эффективности;
- ➔ Повышение энергетической безопасности.

НЕДОСТАТКИ

- ➔ Высокие первоначальные инвестиции;
- ➔ Невозможность обеспечить полное покрытие мощности в пиковые часы нагрузки из-за ограниченной мощности микрогенерирующих установок;
- ➔ Сложность интеграции микрогенерирующих установок в существующую энергосистему;
- ➔ Нестабильная генерация (относится к солнечной и ветряной генерации).

Применение распределенной генерации положительно отражается на энергоснабжении потребителей



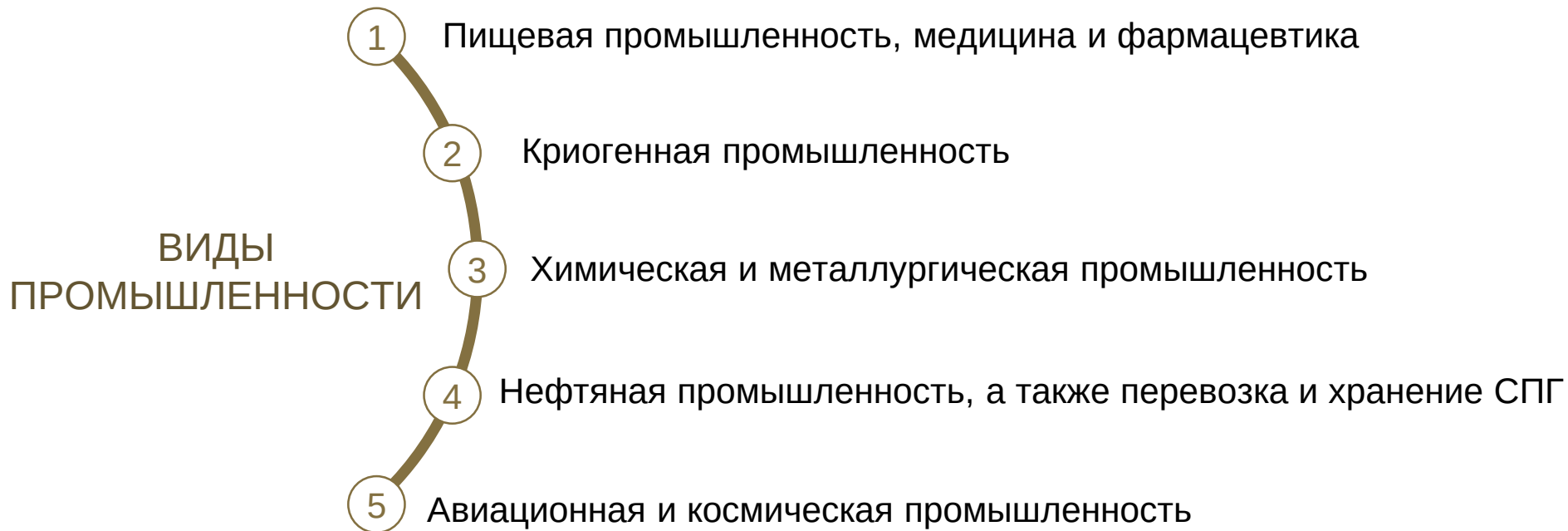
КОММЕНТАРИЙ К СХЕМЕ:

- Когенерационная установка вырабатывает электрическую и тепловую энергию для потребителей;
- Абсорбционная бромистолитиевая холодильная машина (АБХМ) – используется для охлаждения контура водоснабжения или для системы кондиционирования.

Когенерационная установка + АБХМ = Тригенерационная установка



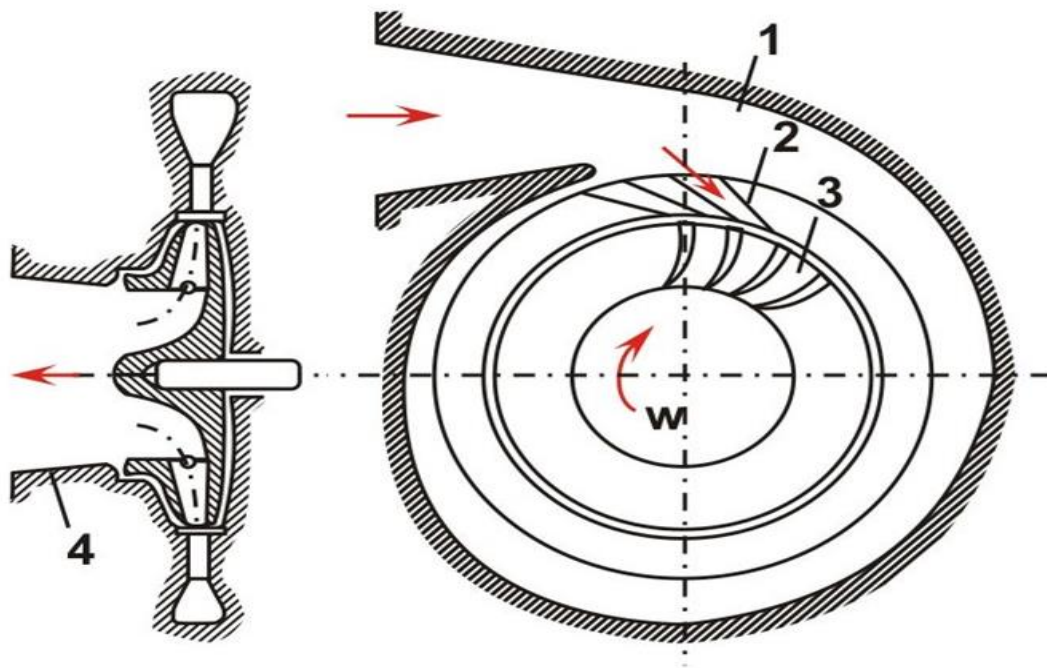
ДЛЯ КАКИХ ВИДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЕ ТРИГЕНЕРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ БУДЕТ АКТУАЛЬНЫМ?



Тригенерационные установки актуальны для промышленности, где необходимо использовать охлаждение или сверхнизкие температуры в технологических процессах.



ПРИНЦИП РАБОТЫ ТУРБОДЕТАНДЕРА



КОММЕНТАРИЙ К СХЕМЕ:

- 1 – спиральный подвод газа;
- 2 – направляющий сопловой аппарат;
- 3 – ротор турбины;
- 4 – отводный диффузор.

Турбодетандер – это турбинный агрегат лопаточного типа, который преобразует потенциальную энергию газа в механическую.



ТУРБОДЕТАНДЕР ТДА-6000/1,2-0,15



КОММЕНТАРИЙ К СХЕМЕ:

- 1 – Газ высокого давления предварительно подогретый;
- 2 – Газ с пониженным давлением направляющий сопловой аппарат;
- 3 – Валопровод;
- 4 – Масляный бак.

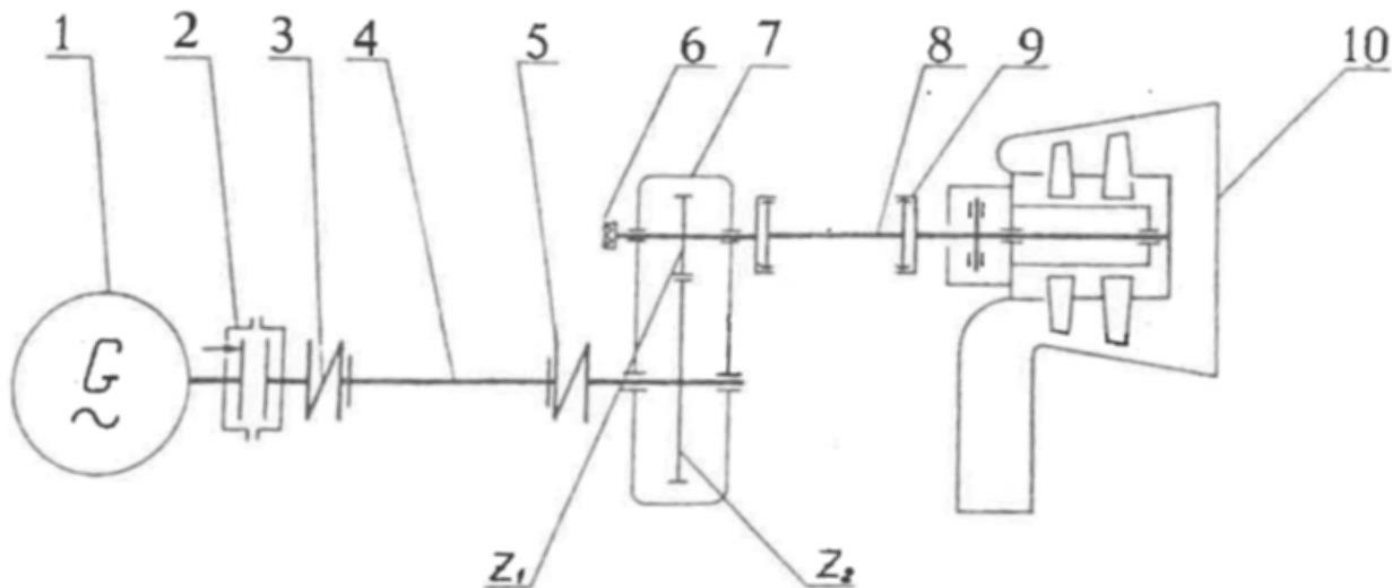
Номинальная мощность – 6000 МВт;

Давление газа на входе – 1,2 МПа; Температура газа на входе – от 60 до 130 °С;

Давление газа на выходе – 0,15 МПа; Температура газа на выходе – до -20 °С.



ДЕТАНДЕР-ГЕНЕРАТОРНЫЙ АГРЕГАТ (ДГА)



КОММЕНТАРИЙ К СХЕМЕ:

- 1 – турбогенератор;
- 2 – муфта предельного момента;
- 3,5 – муфта упругая;
- 4,8 – рессора;
- 6 – хвостовик для установки ключа ручной прокрутки;
- 7 – редуктор;
- 9 – полумуфта;
- 10 – турбодетандер

Турбодетандер + Турбогенератор = Детандер-генераторный агрегат (ДГА)



ДГА С ТУРБОДЕТАНДЕРОМ ТДА-6000/1,2-0,15



1

2

3

4

5

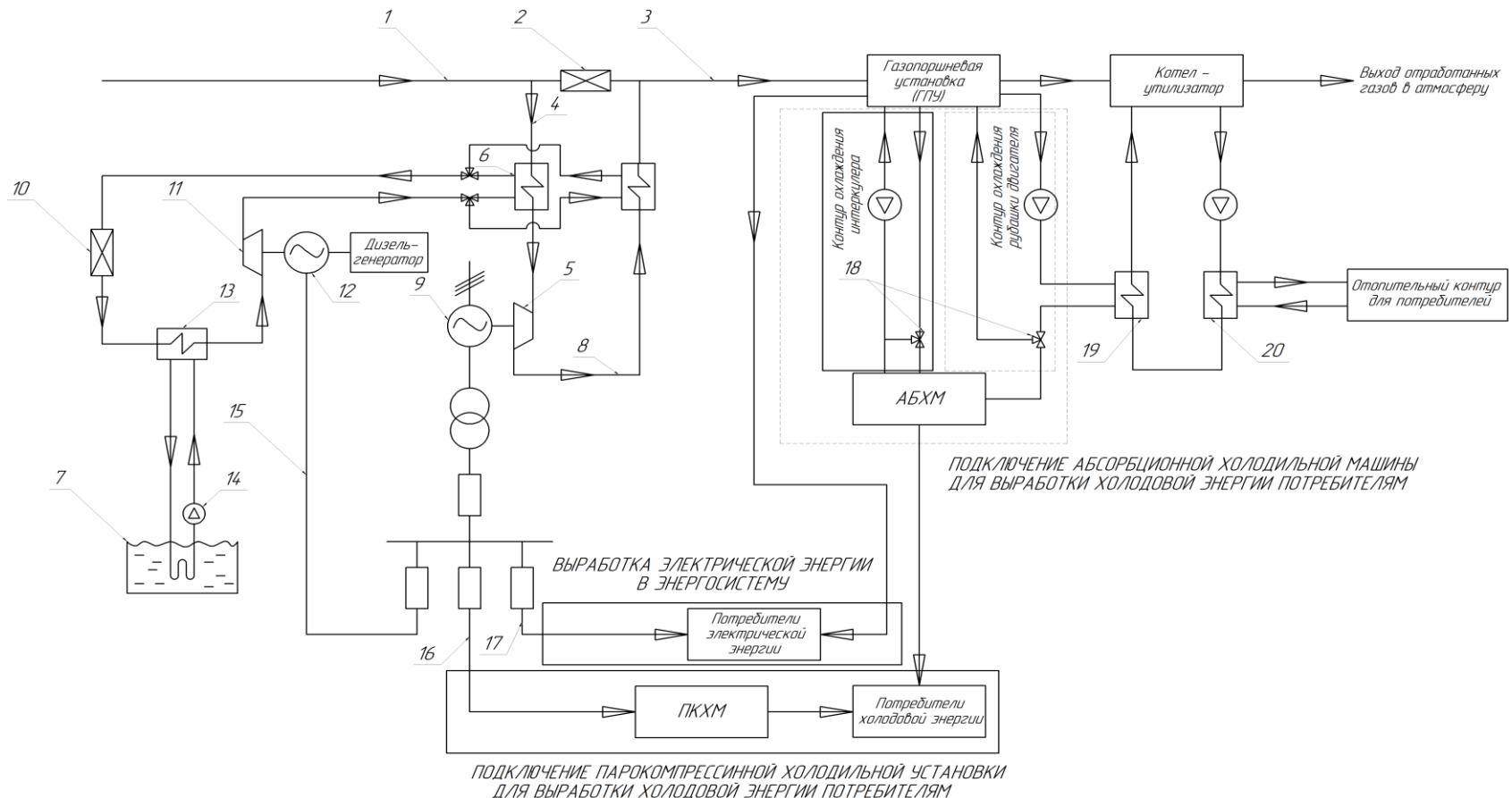
КОММЕНТАРИЙ К СХЕМЕ:

- 1 – турбодетандер;
- 2 – редуктор;
- 3 – валопровод;
- 4 – маслобак;
- 5 – турбогенератор.

Детандер-генераторный агрегат серии ТДА, эксплуатирующийся на Московской ТЭЦ-21 и ТЭЦ-23, а также на Рязанской ГРЭС.



ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ТРИГЕНЕРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ НА БАЗЕ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕТАНДЕР-ГЕНЕРАТОРНОГО АГРЕГАТА И ГАЗОПОРШНЕВОЙ УСТАНОВКИ





КАРТА МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ В РОССИИ





СУБЪЕКТЫ РФ, ДЛЯ КОТОРЫХ ПРИМЕНЕНИЕ ТРИГЕНЕРАЦИОННЫХ УСТАНОВОК БУДЕТ ВОСТРЕБОВАНО

Изолированные энергосистемы:

- ➔ Калининградская область;
- ➔ Чукотский автономный округ;
- ➔ Магаданская область;
- ➔ Сахалинской области;
- ➔ Электроэнергетическая система Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района, Туруханского района и городского округа г. Норильск Красноярского края;
- ➔ Камчатский край.

Другие энергорайоны Российской Федерации:

- ➔ Краснодарский край;
- ➔ Республика Крым;
- ➔ Новые субъекты Российской Федерации, вошедшие в состав в 2022 году и имеющие проблемы с нестабильной энергетической структурой.



СХЕМА ГАЗОСНАБЖЕНИЯ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

15



КОММЕНТАРИЙ К СХЕМЕ:

Потенциальные места размещения тригенерационных установок на базе ДГА:

- ГРС «Калининград-1,2»
- ГРС «Светлогорск»;
- ГРС «Зеленоградск»;
- ГРС «Советск»;
- ГРС «Краснознаменск»;
- ГРС «Гусев»;
- ГРС «Черняховск».

Размещение тригенерационных установок в городах Калининградской области позволит повысить надежность энергоснабжения Калининградской энергосистемы



СХЕМА ГАЗОСНАБЖЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

16



КОММЕНТАРИЙ К СХЕМЕ:

Потенциальные места размещения тригенерационных установок на базе ДГА:

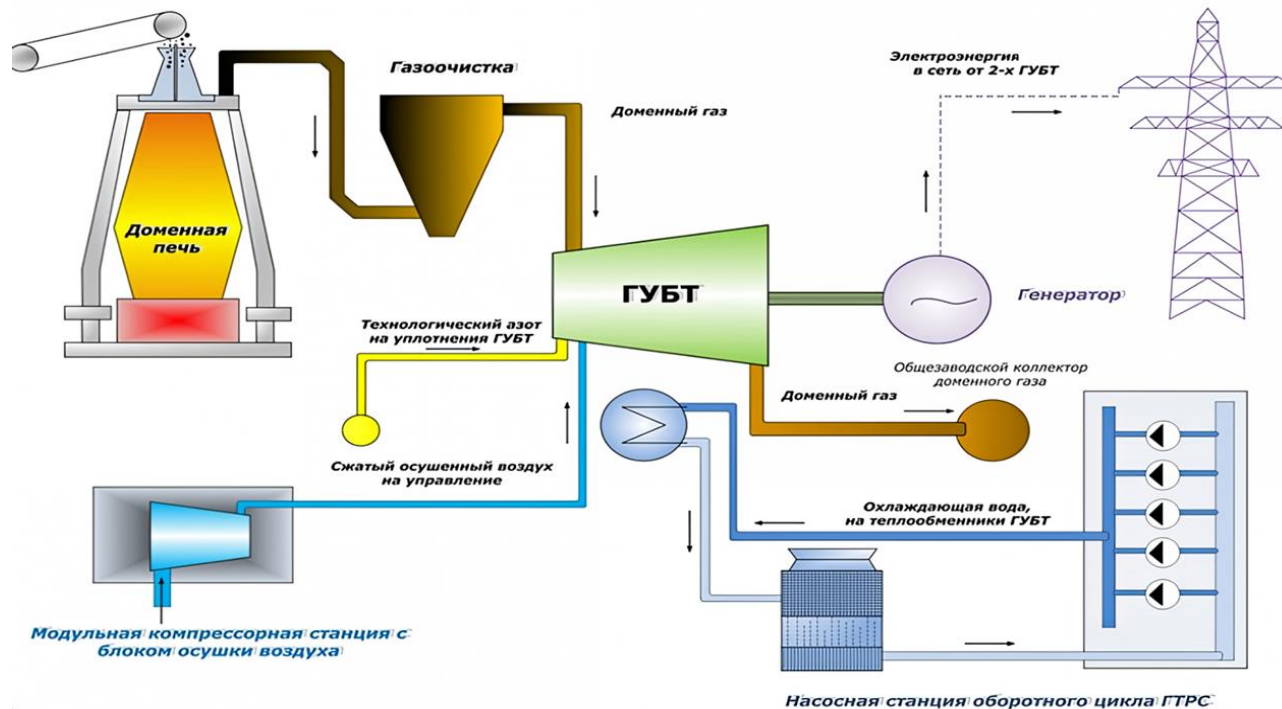
- ГРС «Джанкой»
- ГРС «Первомайское»;
- ГРС «Азовск»;
- ГРС «Красногвардейское»;
- ГРС «Ленинское» (Октябрьское);
- ГРС «Нижнегорский»;
- ГРС «Советский».

Размещение тригенерационных установок на Крымском полуострове позволит повысить надежность энергоснабжения потребителей республики Крым.



ВНЕДРЕНИЕ ДГА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦИКЛ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ»

17



КОММЕНТАРИЙ К СХЕМЕ:

- ГУБТ – газовая утилизационная бескомпрессорная турбина;
- ГТРС – газотурбинная расширительная станция.

Использование ГУБТ в производственном цикле металлургического комбината обеспечивает дополнительной электрической энергии за счет утилизируемого доменного газа.



ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ ТРИГЕНЕРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ

ДОСТОИНСТВА

- ⇒ Эффективное использование избыточного давления газа из магистрали высокого давления;
- ⇒ Повышение надёжности энергоснабжения потребителей за счёт комплексной выработки трёх видов энергии;
- ⇒ Увеличение генерируемой мощности в регионах с высокими рисками нарушения электроснабжения;
- ⇒ Наличие дополнительной генерируемой мощности в случае возникновения аварийного режима в энергосистеме.

НЕДОСТАТКИ

- ⇒ Высокие первоначальные инвестиции;
- ⇒ Нестабильное давление газа в магистральном трубопроводе сказывается на вырабатываемой мощности и КПД установки;
- ⇒ Сложность в оценивании стоимости тарифов за энергоресурсы с учётом работы тригенерационной установки.

Использование тригенерационных установок на базе ДГА повышает надёжность энергоснабжения регионов с высокими рисками нарушения электроснабжения.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- 1 Создание имитационной модели в программном комплексе SimInTech или Aspen Hysys для анализа параметров выработки трёх видов энергии;
- 2 Расчет мощности тригенерационной установки для существующего промышленного объекта или крупного объекта городской инфраструктуры
- 3 Экономическая и энергетическая оценка эффективности применения тригенерационной установки
- 4 Анализ полученных результатов и составление сравнительной таблицы для оценивания традиционной и распределенной энергетической структуры



СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
RUSSIAN POWER SYSTEM OPERATOR

ФИЛИАЛ АО «СО ЕЭС» ОРЕНБУРГСКОЕ РДУ

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

www.so-ups.ru
Официальный
сайт



https://t.me/so_ups_official
Официальный
Телеграм-канал



Шинкарев Владимир Владимирович

Специалист 1 категории оперативно-диспетчерской службы