

Конструкторское Бюро - "Энергетика. Транспорт. Технологии"



«УТВЕРЖДАЮ»

«15» мая 2024 года

Главный конструктор
КБ-ЭТТ, ИП Архипов Н. И.,
Архипов Николай Иванович

КОНЦЕПЦИЯ АВТОНОМНЫЕ
СИСТЕМЫ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ
И ЭНЕРГОКОМПЛЕКС (КИТ = 0,81)
ПЕРЕРАБОТКИ ТБО И ГОРЮЧИХ
ПРОМОТХОДОВ, МИНИ-ТЭЦ
С ТЕПЛИЦЕЙ НА КРЫШАХ



Автономные системы питьевой воды, водопровода, воды технической, раздельной канализации с переработкой стоков, ГВС, воздушного отопления, кондиционирования и приточной вентиляции, газоснабжения, заправки и реализации топлива, Блок 16 пиролизных установок (с прессом и кран-балкой) сортировки, переработки ТБО и горючих промотходов, высокоэффективная Мини-ТЭЦ с МГД-генератором, геотермальной ступенью электрогенерации на криогенном (жидкий азот) теплоносителе 24,8 МВт электрического тока, 4,0 Гкал/ч тепла, 3,5 Гкал/ч холода, тепличный комплекс с подвесными лотками на 60000 квадратных метров, на крышах зданий и холодильниками в подвалах зданий

Назначение:

Сельское хозяйство и животноводство,
Лесное хозяйство и деревообработка, Переработка и
утилизация ТБО,
Холодильное производство
Торфопереработка

Разработчики: Архипов Н.И.,
Григорьев И.В.,
Россия

На основании представленных данных объекта, требуемой прокладки коммуникаций на 14 многоквартирных домов, переработки 40 тонн/сутки ТБО и горючих промотходов с получением дизельного топлива на продажу и горючих газов (разделенные метан, пропан) на газоснабжение объекта и продажу, производства 4,6 МВт суммарной пиковой электрической энергии на собственные нужды объекта и продажу, 2 Гкал/ч тепловой энергии, метана на газоснабжение при условии продублированности выработки энергии

Предлагаем для Ваших нужд:

Автономные (полностью, с уличными коммуникациями) инженерные системы газифицированного микрорайона из 14 многоквартирных домов с зимними теплицами на крышах зданий, гаражами, автомойкой, баней, сауной, прачечной, мастерской, морозильниками и холодильниками в подвальных (цокольных) помещениях, летним ледовым комплексом, АЗС и ГЗС, пунктом зарядки электротранспорта, хозблоком, магазином, кафе, и Энергокомплекс, Блок 16 пиролизных установок (с прессом и кран-балкой) сортировки, переработки ТБО, РТИ и горючих промотходов, Установка топливопереработки с разделением фракций топлива для собственных нужд и продажи, высокоэффективная полуавтоматическая Мини-ТЭЦ с МГД-генератором и преобразователями тока, геотермальной ступенью электрогенерации на криогенном (жидкий азот) теплоносителе общей пиковой электрической мощностью 24,8 МВт электрического тока для собственных нужд и продажи, 4 Гкал/ч тепла, холодильной мощностью 3,5 Гкал/ч для собственных нужд, комплексом зимних теплиц с подвесными лотками на 60000 квадратных метров, размещенных на крышах зданий и холодильниками в подвалах зданий с инновационным набором оборудования по известным технологиям и стандартными параметрами, комплектующие РФ и СНГ, в помещениях заказчика (без монтажа в домах).

Принципиальная схема систем жизнеобеспечения с Энергокомплексом, (для «города будущего»)

1. Инженерные автономные системы питьевой воды, водопровода, воды технической, отдельной канализации с переработкой стоков, воздушного отопления, кондиционирования и приточной вентиляции, аварийного освещения, заряда аккумуляторов электротранспорта, холодильников, газоснабжения, АЗС и ГЗС, реализации топлива.
2. Блок 16 пиролизных установок с прессом и кран-балкой для сортировки, переработки ТБО и горючих промотходов.
3. Установки сортировки, топливопереработки, разделения горючих фракций, подготовки жидкого и газообразного топлива.
4. Высокоэффективная Мини-ТЭЦ с МГД-генератором, геотермальной ступенью электрогенерации на криогенном (жидкий азот) теплоносителе и системой очистки отходящих газов.
5. Комплекс зимних теплиц с подвесными лотками на 60000 квадратных метров, размещенных на крышах зданий и холодильниками в подвалах зданий.

**Мини-ТЭЦ выполнена по перспективной известной схеме:
комбинированная ПГ-МГД-ТД-У (паро-газовая МГД-генераторная
турбодетандерная установка) и имеет высокие показатели
эффективности:**

Комбинированная Паро-газовая установка (ПГУ), Газо-турбинная электростанция с МГД-генератором, преобразователями тока, накопителями электроэнергии, утилизационным парогенераторным паровым котлом с дополнительным пароперегревателем, противодавленческими и конденсационным турбогенераторами по каскадной схеме соединения, отпуска остаточного тепла турбогенераторов на ГВС, теплоснабжение и геотермальную ступень электрогенерации турбодетандерами на криогенном теплоносителе (жидкий азот).

Прототипы частей комбинированного Энергокомплекса

МГД-генераторы: Рязанская ГРЭС-2 (с МГД-генератором), Россия, действует более 40 лет, имеет высокие показатели эффективности, технологические циклы и оборудование успешно освоены и проверены временем.

Утилизационные ТЭС: множество установок.

Геотермальная ЭС: Мутновская ГеоЭС (Камчатка), Паужетская ГеоЭС, Верхне-Мутновская, Океанская, Менделеевская и другие.

Турбо-детандерные ЭС: множество установок.

1. Общее описание Энергокомплекса

1.1. Основные тезисы Концептуального Предложения

Системы жизнеобеспечения выполнены по передовым технологиям, рассчитанными для «города будущего»;

Полная автономность Энергокомплекса, продублированность всех систем и мощностей;

Экологичность Энергокомплекса, выбросы в атмосферу отходящих газов отсутствуют, их компоненты полезно используются (вода и углекислота) или утилизируются (осадочные фракции, другие составляющие отходящих газов);

Альтернативность Энергокомплекса, отсутствие бесполезных энергозатрат, топливных затрат, использование геотермальной энергии, тепла утилизации отходящих газов;

Комплексность технологий Энергокомплекса, использование комплексных технологий под нужды объекта;

Высокая эффективность Энергокомплекса, отсутствие бесполезных энергозатрат, топливных затрат, внутренней энергии плазмы пламени и геотермальной энергии;

Инновационность Энергокомплекса, отход от традиционных энергозатратных схем генерации холода, электроэнергии и тепла;

Минимальный риск использования инноваций, внедрение проверенных на практике инноваций;

Лицензионность поставок оборудования Энергокомплекса, поставки производятся от разработчиков технологий и производителей оборудования;

Исключение возможных споров по авторству инноваций, привлечение к исполнению Проекта авторов инноваций и технологий, разработчиков и производителей оборудования;

Гарантированное достижение характеристик и параметров Энергокомплекса, производство пуско-наладочных работ авторами технологий и разработчиков оборудования, авторский надзор;

Гарантированное качество оборудования Энергокомплекса, возможно обслуживание оборудования производителями;

Финансовая политика при реализации Проекта – отсутствие посредников, продуманность ценообразования, стадийность реализации Проекта, поэтапная поставка оборудования;

Мощность максимальная генерации переменного тока – 18,7 МВт;

Мощность продажи максимальная переменного тока – 16,8 МВт;

Мощность максимальная генерации постоянного тока – 6,1 МВт, 220 В на светодиодное освещение и электроплиты при соблюдении полярности;

Тепловая мощность отпускается: 4 Гкал/ч на ГВС и теплоснабжение;

Мощность максимальная генерации холода Энергокомплекса – 3,5 Гкал/ч, при не востребованности сбрасывается в атмосферу;

Объем газоснабжения (метан) объекта – 4500 куб.м./сут;

Количество дизельного автомобильного топлива на продажу – 2,5 т/сутки;

Количество дизельного печного топлива на продажу – 1 т/сутки;

Количество авиационного керосина на продажу – 1 т/сутки;

Количество технического керосина на продажу – 1 т/сутки;

Количество низкооктанового бензина на продажу – 1 т/сутки или использование для своих нужд;

Количество жидкого топлива, разделенные фракции пиролизной жидкости) на продажу – 3 т/сутки или использование для своих нужд;

Количество твердого топлива (пиролизный уголь) на продажу – 6-7 т/сутки или использование для своих нужд;

Количество пропана на продажу (заправка баллонов) – 4000 куб.м./сутки или использование для своих нужд;

Срок изготовления оборудования – до 240 суток;

Использование электрических сетей – возможна продажа электроэнергии в сеть, возможна работа в островном режиме;

Дальнейшая модернизация Энергокомплекса – возможна оптимизация Энергокомплекса, наращивание максимальной электрической мощности.

1.2. Характеристики Энергокомплекса

№	Показатель	Краткое описание
1	Количество и способ переработки ТБО и горючих промотходов	100-120 т/сутки, сортировка сырья, 16 пиролизных установок, разделение фракций пиролизной жидкости, установка переработки тяжелых фракций пиролизной жидкости, разделение фракций горючих синтез-газов
2	Обеспечение генерации электроэнергии пиковая (в часы «пик»)	Электрическая мощность переменного тока 18,7 МВт; Электрическая мощность постоянного тока 6,1 МВт; Электрическая мощность преобразователей энергии 4,5 МВт; Электрическая мощность солнечной батареи 0,1 МВт; Электрическая мощность накопителя постоянного тока 0,5 МВт в течение 2 часов;
3	Потребление электроэнергии пиковое и среднее (в часы «пик» и среднее эксплуатационное)	Собственные нужды Энергокомплекса и комплекса зимних теплиц пиковое 1,5 МВт; Собственные нужды Энергокомплекса и комплекса зимних теплиц среднее 7,0 МВт; Электроснабжение домов и улицы пиковое среднее 2,5 МВт; Электроснабжение домов и улицы пиковое максимум 4,6 МВт; Электроснабжение домов и улицы среднее по нормам 1,0 МВт
4	Продажа электроэнергии	Электрическая мощность средняя постоянная 16,8 МВт; Электрическая мощность пиковая 21,3 МВт;
5	Обеспечение теплом	Тепловая мощность 2 Гкал/ч на отопление домов; Тепловая мощность 2 Гкал/ч на отопление зимних теплиц;
6	Получение холода	Холодильная мощность 3,5 Гкал/ч;
7	Обеспечение газом	Получение метана 4500 куб.м./сутки, тепл-ность 2,24 Гкал/ч;
8	Продажа дизельного топлива	Получение дизельного топлива (зима/лето) на продажу 2,5 тонн/сутки, теплотворность 1,277 Гкал/ч;

9	Продажа дизельного печного топлива	Получение дизельного печного топлива на продажу 1,0 тонн/сутки, теплотворность 0,63 Гкал/ч;
10	Продажа керосина авиационного	Получение готового авиационного керосина на продажу 1,0 тонн/сутки, теплотворность 0,54 Гкал/ч;
11	Продажа керосина технического	Получение готового технического керосина на продажу 1,0 тонн/сутки, теплотворность 0,53 Гкал/ч;
12	Продажа жидкого топлива	-
13	Продажа газа	Получение готового пропана 4000 куб.м./сутки на продажу, заправку баллонов, теплотворность 1,814 Гкал/ч.
14	Стоимость «под ключ»	Приблизительно 3,5 млрд. руб. РФ, при уточнении цифра изменяется в сторону уменьшения
15	Ожидаемая прибыль	1 537,46 млн. руб./год при 3,93 руб./кВт*ч в дома, 5,2 руб./кВт*ч в сеть, 475,76 руб./Гкал тепло, 6,02484 руб./куб. м метан в дома, 41,66 руб./кг сжиженный пропан, 38800 руб./т ДТ авто, 18500 руб./т ДТ печное, 77800 руб./т керосин авиа, 35000 руб./т керосин

1.3. Этапы реализации Проекта объекта

Строительство и ввод в эксплуатацию:

- Выемка грунта из котлованов;
- Монтаж топливных и криогенных цистерн;
- Строительство подземной части Энергокомплекса;
- Монтаж крупногабаритного оборудования подземных этажей;
- Монтаж оборудования I-го этапа Энергокомплекса;
- Закладка и строительство фундаментов подвалов 1/2 части домов;
- Прокладка 1/2 части коммуникаций и инженерных систем;
- Интеграция систем сбыта электроэнергии и газа с сетями;
- Ввод в эксплуатацию Энергокомплекса на мощности I-го этапа;
- Строительство 1/4 части домов;
- Монтаж оборудования II-го этапа Энергокомплекса;
- Ввод в эксплуатацию Энергокомплекса на мощности II-го этапа;

- Монтаж зимних теплиц на 1/4 части домов;
- Строительство следующей 1/4 части домов;
- Монтаж зимних теплиц на следующей 1/4 части домов;
- Строительство подземных гаражей над подземной частью здания Энергокомплекса;
- Закладка и строительство фундаментов подвалов оставшейся 1/2 части домов;
- Прокладка оставшейся 1/2 части коммуникаций и инженерных систем;
- Монтаж оборудования III-го этапа Энергокомплекса
- Ввод в эксплуатацию Энергокомплекса на мощности III-го этапа;
- Строительство наземной части здания Энергокомплекса;
- Строительство следующей 1/4 части домов;
- Монтаж зимних теплиц на следующей 1/4 части домов;
- Монтаж оборудования IV-го этапа Энергокомплекса;
- Ввод в эксплуатацию Энергокомплекса на всей мощности;
- Монтаж зимних теплиц на наземной части здания Энергокомплекса;
- Строительство оставшейся 1/4 части домов;
- Монтаж зимних теплиц на оставшейся 1/4 части домов.

1.4. Этапы реализации Проекта Энергокомплекса

I-ый этап

Поставка и ввод в эксплуатацию:

- Первая 1/2 часть Установки сортировки ТБО и промотходов;
- Первая 1/2 часть, 8 Пиролизных установок с прессом и кран-балкой;
- Станция разделения фракций (СРФ) Установки топливоподготовки;
- Установка сортировки пиролизного угля;
- Установка переработки тяжелых фракций пиролизной жидкости;
- Установка разделения фракций синтез-газа;
- Блок Парового котла типа КЕ-25-40-440 с механической топкой типа «кипящий слой», загрузочными и очистными устройствами;
- Турбогенераторная конденсационная установка;
- Конденсатор паровой паро-силового технологического цикла;
- Необходимые вспомогательные и дополнительные системы первого этапа энергоблока;
- 1/4 часть комплекса зимних теплиц.

Полученная электроэнергия от частично укомплектованного энергоблока направляется на собственные нужды объекта, излишки реализуются в сеть потребителям.

Полученное топливо от Установки топливоподготовки частично реализуется на продажу.

I-ый этап потребует инвестиций в размере 1 млрд. руб.

II-ой этап

Поставка и ввод в эксплуатацию:

- Вторая 1/2 часть Установки сортировки ТБО и промотходов;
- Вторая 1/4 часть, 4 Пиролизных установок;
- Первые Турбо-детандерные установки на криогенном (жидкий азот) теплоносителе;
- Первые Теплообменники, подогреватели на криогенном (жидкий азот) теплоносителе;
- Первые Ёмкости (напорные), насосы и компрессоры криогенного (жидкий азот) теплоносителя;
- Противодавленческий турбогенератор;
- Конденсатор паровой паро-силового технологического цикла;
- Необходимые вспомогательные и дополнительные системы второго этапа;
- 1/4 часть комплекса зимних теплиц.

Полученная электроэнергия от частично укомплектованного энергоблока направляется на собственные нужды объекта, излишки реализуются в сеть потребителям.

Полученное топливо от Установки топливоподготовки частично реализуется на продажу, остальная часть сжигается в оборудовании Энергокомплекса.

II-ой этап потребует инвестиций в размере 850 млн. руб.

III-ий этап

Поставка и ввод в эксплуатацию:

- Оставшаяся 1/4 часть, 4 Пиролизных установок;
- Газо-турбинная установка (ГТУ) с электрогенератором;

- Оставшиеся Турбо-детандерные установки на криогенном (жидкий азот) теплоносителе;
- Оставшиеся Теплообменники, подогреватели на криогенном (жидкий азот) теплоносителе;
- Необходимые вспомогательные и дополнительные системы;
- 1/4 часть комплекса зимних теплиц.

Полученная электроэнергия от энергоблока направляется в энергетическую сеть объекта на собственные нужды объекта, излишки реализуются в сеть потребителям.

Полученное топливо от Установки топливоподготовки частично реализуется на продажу (дизельное топливо, авиационный керосин и флотский мазут), остальная часть сжигается в оборудовании Энергокомплекса.

III-ий этап потребует инвестиций в размере 850 млн. руб.

IV-ый этап

Поставка и ввод в эксплуатацию:

- МГД-генератор;
- Системы МГД-генератора;
- Преобразователи электрического тока;
- Накопители электрического тока;
- Оборудование наземной части Энергокомплекса;
- Вспомогательное оборудование;
- Дополнительное оборудование;
- Оставшаяся часть комплекса зимних теплиц.

Полученная электроэнергия от энергоблока направляется в энергетическую сеть объекта на собственные нужды объекта, излишки реализуются в сеть потребителям.

Полученное топливо от Установки топливоподготовки частично реализуется на продажу (дизельное топливо, авиационный керосин и флотский мазут), остальная часть сжигается в оборудовании Энергокомплекса.

IV-ый этап потребует оставшихся инвестиций.

1.5. Состав автономных систем жизнеобеспечения

Инженерные системы имеют в своем составе:

1. 2 водяные скважины (до 50 метров) с погружными насосами.
2. Вакуумный опреснитель (судового типа) скважинной воды.
3. 3 гидрофора (судового типа) систем питьевой воды, водопровода, воды технической.
4. Теплообменники и система ГВС, интегрированные с паровыми конденсаторами Энергокомплекса.
5. Раздельные линии канализации.
6. Отстойные подземные цистерны канализационных, сточных, технических вод.
7. Подземные цистерны биологической переработки канализационных, сточных, технических вод.
8. Накопительные подземные цистерны канализационных, сточных, технических вод.
9. Вакуумный опреснитель (судового типа) переработанных и накопленных вод для получения технической воды.
10. Система технической воды, интегрированная с Энергокомплексом и техническими объектами.
11. Линии передачи трехфазного переменного тока с распределением.
12. Линии передачи электрического тока двойных параметров: 220 В переменного тока или 220 В постоянного тока с распределением на светодиодное освещение и электроплиты с соблюдением соответствующей полярности.
13. Линии постоянного тока низкого напряжения аварийного освещения (в квартиры), электропитания средств связи и на пункт зарядки батарей аккумуляторов электротранспорта.
14. Линии постоянного и переменного тока электроснабжения комплекса зимних теплиц на крышах зданий.
15. Системы уличного освещения, питания уличного электрооборудования, зарядки аккумуляторов электротранспорта.
16. Теплообменники и бесшумная система отопления (теплый воздух), интегрированные с паровыми конденсаторами Мини-ТЭЦ.
17. Теплообменники и бесшумная система кондиционирования (холодный воздух), интегрированная с криогенными теплообменниками мини-ТЭЦ и системой отопления.

18. Система приточной вентиляции, контроля и регулировки параметров воздуха (в том числе и %-ного состава кислорода), интегрированная с системами отопления и кондиционирования.
19. Система антиобледенения ступеней крыльца и дорожек методом нагрева, интегрированная с паровыми конденсаторами Мини-ТЭЦ.
20. Система холодильников, интегрированная с Мини-ТЭЦ.
21. Система компрессионного воздуха и пневмооборудования.
22. Система газоснабжения, подвода в дома метана, полученного в установках Мини-ТЭЦ, с его распределением.
23. Система реализации метана и пропана, полученных в установках Мини-ТЭЦ, интегрированная с установками Мини-ТЭЦ и ГЗС, газозаправочной станцией (баллоны, топливо и инертные газы).
24. Система реализации дизельного топлива и жидких фракций топлива, полученных в установках Мини-ТЭЦ, интегрированная с установками Мини-ТЭЦ и местной АЗС.
25. Система реализации твердого топлива, полученного в установках Мини-ТЭЦ, интегрированная с установками Мини-ТЭЦ.
26. Система отопления комплекса зимних теплиц с подвесными лотками на 60000 квадратных метров.
27. Система освещения комплекса зимних теплиц с подвесными лотками на 60000 квадратных метров.
28. Система углекислого газа (очищенные отходящие газы Мини-ТЭЦ) и вентиляции комплекса зимних теплиц с подвесными лотками на 60000 квадратных метров.
29. Система полива и водоснабжения комплекса зимних теплиц с подвесными лотками на 60000 квадратных метров.
30. Системы холодильного оборудования холодильников в подвалах зданий.
31. Вспомогательные системы.

1.6. Состав Энергокомплекса

Энергокомплекс имеет в своем составе:

1. Установки приема и сортировки ТБО и горючих промотходов.
2. Блок 16 пиролизных установок циклического действия с прессом;
3. Станция разделения фракций конденсацией и центробежными сепараторами жидкого топлива.
4. Установка сортировки твердого остатка пиролизных установок.

5. Установка переработки фракций жидкого топлива, полученного в пиролизных установках, методом высокотемпературного пиролиза и синтеза.
6. Установка разделения турбодетандерами горючих газов, полученных при переработке топлив.
7. Газо-турбинная установка с отпуском остаточного тепла на утилизационный паровой котёл для электрогенерации.
8. МГД-генератор с преобразователями тока и накопителями (аккумуляторами) постоянного тока.
9. Паровой утилизационный котёл КЕ-25-40-440, с механической топкой «кипящий слой», дополнительным пароперегревателем.
10. Оборудование очистки отходящих газов и их подачи (углекислый газ) в зимние теплицы на крышах зданий.
- 11.2 Турбогенераторные противодавленческие установки парового котла, соединенные каскадно.
12. Турбогенераторная конденсационная установка парового котла, присоединенная каскадно.
13. Паровые конденсаторы (бойлеры) с отпуском остаточного тепла на ГВС, отопление.
14. Паровые конденсаторы (бойлеры) с отпуском остаточного тепла на отопление комплекса зимних теплиц.
15. Паровые конденсаторы (бойлеры) с отпуском остаточного тепла на геотермальную электрогенерацию турбодетандерами на криогенном (жидкий азот) теплоносителе.
16. Теплообменники уличной системы антиобледенения ступеней крыльца и дорожек.
17. Парогенератор криогенного теплоносителя (жидкий азот).
18. Теплообменник, охладитель пара криогенного теплоносителя (жидкий азот), подогреватель криогенного теплоносителя (жидкий азот).
19. Теплообменники создания холода в холодильниках в подвалах зданий.
20. Каскад турбодетандеров, конденсирующих пар криогенного теплоносителя (жидкий азот) с выработкой энергии.
21. Воздухо-разделительные установки (ВРУ) малой мощности.
22. Накопительные емкости под давлением для криогенного теплоносителя (жидкий азот), использующие геотермальную энергию.
23. Нагреватель криогенного теплоносителя (жидкий азот), использующий геотермальную энергию, генерирующий холод.
24. Вспомогательные системы.

2. Описание Энергокомплекса

2.1. Характеристики Мини-ТЭЦ в максимальном режиме

№	Наименование	Ед. изм.	Величина
1	Теплота сгорания топлива ГТУ номинальная	Гкал/ч	19,08
2	Теплота сгорания дополнительного топлива котла КЕ-25-40-440	Гкал/ч	7,2
3	Мощность электрическая установленная ГТУ	МВт	6,1
4	Мощность электрическая установленная МГД-генератора, постоянный ток	МВт	6,0
5	Мощность электрическая преобразователей тока	МВт	4,5
6	Мощность электрическая накопителя (батарея аккумуляторов) постоянного тока	МВт	0,5
7	Мощность электрическая солнечной батареи	МВт	0,1
8	Мощность электрическая установленная Паротурбинной электростанции парового водяного котла типа КЕ	МВт	7,0
9	Мощность электрическая установленная Криогенной электрогенерации с геотермальной ступенью	МВт	5,6
10	Мощность электрическая суммарная номинальная (без накопителя электроэнергии)	МВт	24,8
11	Мощность электрическая собственных нужд	кВт	2000
12	Теплота остаточная от конденсатора водяного цикла на ГВС и отопление	Гкал/ч	2,0
13	Теплота остаточная от конденсатора водяного цикла на отопление тепличного комплекса	Гкал/ч	2,0
14	Теплота общая на Мини-ТЭЦ (тепло топлива)	Гкал/ч	26,28
15	Генерация холода (холодильник)	Гкал/ч	3,5
16	КИТ (коэффициент использования топлива) электрический	-/-	0,81
17	КИТ (коэффициент использования топлива) полезный (с генерацией тепла и холода)	-/-	1,0

2.2. Характеристики Мини-ТЭЦ в рабочем режиме, (ГТУ 80%, паровой котел 100% номинального)

№	Наименование	Ед. изм.	Величина
1	Теплота сгорания топлива ГТУ рабочая	Гкал/ч	15,264
2	Теплота сгорания дополнительного топлива котла КЕ	Гкал/ч	11,016
3	Мощность электрическая рабочая ГТУ	МВт	4,88
4	Мощность электрическая рабочая МГД-генератора, постоянный ток	МВт	5,5
5	Мощность электрическая преобразователей тока	МВт	4,5
6	Мощность электрическая солнечной батареи	МВт	0,1
7	Мощность электрическая накопителя (аккумуляторы) постоянного тока	МВт	0,5
8	Мощность электрическая рабочая Паротурбинной электростанции парового водяного котла типа КЕ	МВт	7,0
9	Мощность электрическая рабочая Криогенной электрогенерации с геотермальной ступенью	МВт	5,6
10	Мощность электрическая суммарная рабочая	МВт	23,48
11	Мощность электрическая собственных нужд	кВт	2000
12	Теплота остаточная от конденсатора водяного цикла на ГВС и теплоснабжение	Гкал/ч	2,0
13	Теплота остаточная от конденсатора водяного цикла на отопление тепличного комплекса	Гкал/ч	2,0
14	Теплота общая на Мини-ТЭЦ (тепло топлива)	Гкал/ч	26,28
15	Генерация холода (холодильник)	Гкал/ч	3,5
16	КИТ (коэффициент использования топлива) электрический	-/-	0,77
17	КИТ (коэффициент использования топлива) полезный (с генерацией тепла и холода)	-/-	1,05

3. Основные элементы топливopодготовки Энергокомплекса

Установка топливopодготовки имеет в своем составе:

1. Установки приема и сортировки ТБО и горючих промoтходов.
2. Кран-балка.
3. Пресс.
4. Блок 16 пиролизных установок.
5. Станция разделения фракций конденсацией и центробежными сепараторами жидкого топлива.
6. Установка сортировки твердого остатка пиролизных установок.
7. Установка переработки фракций жидкого топлива, полученного в пиролизных установках, методом высокотемпературного пиролиза и синтеза.
8. Установка разделения турбодетандерами горючих газов, полученных при переработке топлив.
9. Емкости топлива.
10. Вспомогательное оборудование.

3.1. Установка приема и сортировки ТБО и горючих промoтходов

Установка приема и сортировки ТБО и горючих промoтходов обеспечивает их прием, необходимую очистку от негорючих элементов.

Установка приема и сортировки ТБО и горючих промoтходов выполнена на основе ленточных транспортеров и загрузочных устройств.

Сушильная установка топливopодготовки по переработке ТБО и горючих промoтходов в состав Энергокомплекса не входит и может быть выполнена отдельно, с сопряжением с агрегатами, устройствами и оборудованием Энергокомплекса.

3.2. Блок 16 пиролизных установок с прессом «ЭКОРЕТ» циклического действия

Блок пиролизных установок рабочим объемом 40 м³ с прессом «ЭКОРЕТ» циклического действия не требует высушивания исходного сырья, допускается загрузка сырого топлива.

В зависимости от температуры Пиролизная установка «ЭКОРЕТ» использует следующие виды пиролиза:

- **низкотемпературный пиролиз**, или полукоксование (до 500 °С), при котором максимален выход жидких продуктов, твердого остатка и минимален выход пиролизного газа;

- **среднетемпературный пиролиз**, или средне температурное коксование (500 - 900 °С), при котором выход газа увеличивается, а выход жидких продуктов и коксового остатка несколько уменьшается;

Использование предлагаемого способа переработки промышленных углеродосодержащих отходов, РТИ и ТБО позволяет не только утилизировать промышленные и бытовые отходы, но и получать ценные углеводороды нефтяного ряда.

- **вторичный пиролиз**, или повторный пиролиз тяжелой фракции сконденсировавшейся в результате первичного пиролиза пиролизной жидкости, направляемой для переработки в новом цикле пиролиза в результате термического разложения на более легкие составляющие горячих газов реакции пиролиза.

Пресс (компактор) обеспечивает более эффективную загрузку в реторты исходного перерабатываемого сырья, отсортированных ТБО и горючих промотходов.

Выход продуктов пиролиза при переработке видов отходов

ТБО несортированные (сухие)	%, масс.	ТБО сортированные (сухие)	%, масс.
- пиролизная жидкость	25-35	- пиролизная жидкость	45-50
- пиролизный газ	15-30	- пиролизный газ	20-35
- углерод технический	10-15	- углерод технический	20-25
РТИ (б/у шины)	%, масс.	Биоотходы сухие	%, масс.
- пиролизная жидкость	40-50	- пиролизная жидкость	40-50
- пиролизный газ	15-17	- пиролизный газ	20-30
- углерод технический	25-30	- уголь древесный	10-20
Древесные отходы (сухие)	%, масс.	Нефтешлам	%, масс.
- пиролизная жидкость	40-45	- пиролизная жидкость	78-83
- пиролизный газ	17-20	- пиролизный газ	12-17
- уголь древесный	10-12	- уголь (полукокс)	8-12

16 пиролизных установок перерабатывают 100-120 тонн/сутки ТБО средней теплотворностью 6000 ккал/кг, общей теплотой горения 26-30 Гкал/ч.

Общая теплотворность продуктов переработки ТБО лежит в тех же пределах.

3.3. Станция разделения фракций пиролизной жидкости

Станция разделения фракций (СРФ) пиролизной жидкости выполнена на 16 ступенях блоков СРФ для осуществления ступенчатого охлаждения, конденсации многих фракций, частей горячей парогазовой смеси реакции пиролиза, сбора этих многих фракций, дальнейшее обогащение и разделение фракций методом центробежной сепарации, их хранение в различных емкостях.

Многоступенчатая СРФ состоит из нескольких размещаемых рядом блоков, соединенных между собой, в каждом из которых несколько соединенных между собой холодильников-конденсаторов, сборников-сепараторов к ним и вспомогательные устройства размещаются друг над другом по ходу технологического цикла снизу вверх, образуя несколько ярусов, ступеней.

Соединение между собой нескольких размещаемых рядом блоков с разными температурными диапазонами, соответствующими определенному типу фракций, выполнено трубопроводами калиброванного сечения с определенной пропускной способностью для более качественного разделения между блоками типов фракций из потока горячей парогазовой смеси реакции пиролиза, и пропуска далее только газов с точкой конденсации более низкого температурного диапазона, с меньшим удельным весом.

На ступенях СРФ получения товарных фракций производится дополнительная центробежная сепарация для отделения примесей и более качественного разделения на фракции перерабатываемого жидкого топлива.

Таким образом достигается более качественное разделение типов фракций горячей парогазовой смеси реакции пиролиза, с разложением на фракции по ступеням каждого блока СРФ частей горячей парогазовой смеси реакции пиролиза.

Характеристики Блока пиролизных установок «ЭКОРЕТ» циклического действия со станцией разделения фракций пиролизной жидкости

Наименование	Ед. изм.	Величина
Объём реторт «ЭКОРЕТ» общий	м ³	40
Время полного цикла переработки ТБО*	час	8

Время полного цикла переработки РТИ	час	11
Производительность по переработке прессованных отходов	м³/сут	83,2-120
Производительность по переработке исходных отходов	т/сут	83,2-120
Производительность по переработке ТБО*	т/сут	83,2-120
Количество жидких фракций разделения ПЖ	ед.	16
Количество фракций газа	ед.	1
Мощность электрооборудования средняя	кВт	140,0
Напряжение электрооборудования	В	380
Частота электрической сети	Гц	50

*- Зависит от вида перерабатываемых ТБО.

Использование полученных жидких фракций в результате переработки

Предусматривается возможность направления разделенных тяжелых фракций пиролизной жидкости на вторичный пиролиз, в начало следующего рабочего цикла пиролизных печей для дальнейшего термического разложения в их ретортах на более легкие фракции в результате реакции среднетемпературного пиролиза.

Предусматривается возможность направления разделенных фракций пиролизной жидкости, не пользующимся большим спросом на рынке, для собственных нужд, на подготовку топлива для отопительных и энергетических систем.

Предусматривается возможность установки части СРФ по конденсации только тяжелых разделенных фракций пиролизной жидкости с установкой более мощного компрессора для подачи смеси горячих легких фракций реакции пиролиза в газовом состоянии сразу же напрямую в ГТУ или газомазутную горелку парового котла.

Степень СРФ	Фракция	Использование
Остаточный ПГ	Газовая	• Переработка, высокотермический пиролиз и синтез с разделением на фракции; • Топливо для собственных нужд.
16-ая	Петролейная летучая	• Переработка, высокотермический пиролиз и синтез с разделением на фракции; • Печное топливо для собственных нужд; • Продажа на переработку для получения ценных углеводородов.
15-ая	Петролейная	• Переработка, высокотермический пиролиз и синтез с разделением на фракции; • Печное топливо для собственных нужд; • Продажа на переработку для получения ценных углеводородов.

14-ая	Бензиновая	• Переработка, высокотермический пиролиз и синтез с разделением на фракции; • Топливо для собственных нужд; • Продажа низкооктанового бензина; • Продажа на переработку для получения высокооктанового бензина.
13-ая	Бензиновая химическая	• Переработка, высокотермический пиролиз и синтез с разделением на фракции; • Топливо для собственных нужд; • Продажа на переработку для получения ценных углеводородов.
12-ая	Лигроиновая	• Переработка, высокотермический пиролиз и синтез с разделением на фракции; • Печное топливо для собственных нужд; • Продажа на переработку для получения ценных углеводородов.
11-ая	Лигроиновая топливная	• Переработка, высокотермический пиролиз и синтез с разделением на фракции; • Печное топливо для собственных нужд.
10-ая	Керосиновая	• Переработка, высокотермический пиролиз и синтез с разделением на фракции; • Продажа керосина.
9-ая	Керосиновая топливная	• Переработка, высокотермический пиролиз и синтез с разделением на фракции; • Топливо для собственных нужд.
8-ая	Дизельная зима	• Топливо для своей техники; • Топливо для собственных нужд; • Продажа ДТ.
7-ая	Дизельная	• Топливо для своей техники; • Продажа ДТ.
6-ая	Дизельная лето	• Топливо для своей техники; • Продажа ДТ.
5-ая	Дизельное печное	• Переработка, высокотермический пиролиз и синтез с разделением на фракции; • Печное топливо для собственных нужд; • Продажа на переработку для получения вазелина, парафинов.
4-ая	Газойль химический	• Переработка, высокотермический пиролиз и синтез с разделением на фракции; • Печное топливо для собственных нужд; • Продажа на переработку для получения вазелина, парафинов.

3-ья	Газойль печной	• Переработка, высокотермический пиролиз и синтез с разделением на фракции; • Печное топливо для собственных нужд.
2-ая	Масло светлое	• Печное топливо для собственных нужд; • Продажа на переработку для получения смазочных масел; • Вторичный среднетемпературный пиролиз, переработка.
1-ая	Масло темное	• Печное топливо для собственных нужд; • Продажа на переработку для получения смазочных масел; • Вторичный среднетемпературный пиролиз, переработка.
Остаток пиролиза	Твердая фракция	• Угольное топливо для собственных нужд; • Продажа угля.

3.4. Установка сортировки твердого остатка пиролизных установок

Установка сортировки твердого остатка пиролизных установок обеспечивает их прием, необходимую очистку от негорючих элементов.

Установка приема и сортировки ТБО и горючих промотходов выполнена на основе ленточных транспортеров и загрузочных устройств.

3.5. Установка переработки фракций жидкого топлива

Установка переработки фракций жидкого топлива, полученных в пиролизных установках, осуществляется методом высокотемпературного пиролиза и синтеза.

Высокотемпературный пиролиз обеспечивается достижением высокой температуры парами смеси горючих газов.

Высокотемпературный синтез обеспечивается высокотемпературной продувкой плазмой водорода, полученной при электрохимическом разложении воды, паров смеси газов в химическом реакторе под давлением.

При этом полученный попутно кислород полезно используется при сжигании топлива в Энергокомплексе.

При высокотемпературном синтезе атомы плазмы водорода соединяются с находящимися в смеси паров горючих газов в избытке атомами углерода, образуя молекулу легких фракций газов и разлагая при этом большие

молекулы тяжелых фракций жидкого топлива на маленькие молекулы легких фракций горючих газов.

Высокотемпературные пиролиз и синтез предварительно перегретых фракций жидкого топлива производятся под избыточным давлением.

В результате высокотемпературного пиролиза и синтеза под давлением получается смесь более легких горючих газов: метан, пропан, бутан, а также более тяжелые фракции горючих газов.

3.6. Установка разделения турбодетандерами горючих газов

Установка разделения турбодетандерами смеси горючих газов, полученных при переработке высокотемпературными пиролизом и синтезом, служит для разделения фракций смеси горючих газов.

Поступающая под давлением из Установки переработки фракций жидкого топлива смесь горючих газов подается на каскад турбодетандеров, использующие в качестве тормоза электрогенераторы.

В Установке разделения турбодетандерами смеси горючих газов применяются 5 ступеней разделения из 5 турбодетандеров, соединенных между собой последовательно, каскадно.

При совершении полезной работы, выработки электроэнергии, в каскаде турбодетандеров смесь горючих газов последовательно теряет энергию, снижает свое давление и температуру.

При достижении температуры конденсации фракции смеси горючих газов конденсируются, в разных турбодетандерах конденсируются различные фракции смеси горючих газов из-за разницы их температуры конденсации.

Таким образом при выработке электроэнергии в турбодетандерах производится охлаждение, разделение фракций горючих газов, которые отводятся в накопительные емкости для дальнейшего полезного использования.

Небольшая часть не сконденсировавшихся в каскаде турбодетандеров горючих газов откачивается маломощным компрессором в накопительную емкость для дальнейшего полезного использования.

Выработанная электроэнергия в турбодетандерах немного менее топливных затрат на Установку переработки фракций жидкого топлива.

Использование полученных разделенных фракций горючих газов

В результате разделения турбодетандерами смеси горючих газов получают жидкие фракции горючих газов, метана, пропана, бутана, их смеси и смеси более тяжелых фракций горючих газов.

Полученный при разделении жидкий метан направляется на газоснабжение объекта, по трубопроводам подается в квартиры домов, излишки направляются для собственных нужд Энергокомплекса.

Полученный при разделении жидкий пропан направляется на газонаполнительное оборудование для реализации, заправки баллонов, излишки направляются для собственных нужд Энергокомплекса.

Полученный при разделении жидкий бутан направляется для собственных нужд Энергокомплекса.

Полученные при разделении жидкие смеси газов направляются для собственных нужд Энергокомплекса.

Полученная при разделении жидкая смесь тяжелых фракций газов направляется для собственных нужд Энергокомплекса.

Полученный при разделении газообразный метан направляется на газоснабжение объекта, по трубопроводам подается в квартиры домов.

4. Технологический цикл тепло-энергетический

Установки, агрегаты и оборудование далее указываются в порядке соединения и следования по технологическому циклу.

4.1. Газотурбинная электростанция, ГТУ 6,1 МВт мощности

Газотурбинная установка (ГТУ) предназначена для привода генераторов газотурбинных электростанций.

Газотурбинные электростанции используются для производства электрической и тепловой энергии.

Работают в качестве как основного, так и резервного источника питания, автономно и параллельно с другими источниками электроэнергии или энергосистемами.

В воздушный тракт ГТУ подается подогретый в системе охлаждения утилизационного котла воздух для повышения температуры отходящих газов от ГТУ и повышения эффективности Энергокомплекса.

По согласованию с заводом-изготовителем коэффициент избытка воздуха в газовом тракте ГТУ снижается, ограничивается количество подаваемого на ГТУ воздуха.

При этом повышается температура отходящих газов и разгружается турбина компрессора ГТУ, она потребляет меньше энергии на собственные нужды, соответственно снижается потребление топлива.

В топливную систему газотурбинной установки подается топливо из Установки топливоподготовки.

Основные технические характеристики ГТУ (без оптимизации)

Номинальная мощность на клеммах генератора, МВт	6,1
Номинальная частота электрического тока, Гц	50
Температура газа за силовой турбиной на выхлопе, °С	474
Теплота сгорания топлива ГТУ (максимальная), Гкал/ч	19,08
Тепловая мощность по утилизационной схеме (номинальный режим), Гкал / ч	11,4
Расход топлива, газ/дизельное, кг/ч	1830/2180
Эквивалентный уровень звука при обслуживании, не более, дБА	80
Ресурс ГТЭС: – до капитального ремонта, ч	30000
Ресурс ГТЭС: – общетехнический, ч	120000

Общие характеристики

Теплота сгорания топлива ГТУ (максимальная) 19,08 Гкал/ч.

Отходящие газы от Газотурбинной установки подаются на технологический цикл МГД-генератора, не потребляющего тепло.

Тепловая остаточная мощность максимальная от ГТУ на утилизационный котел КЕ–25–40–440 через МГД-генератор – 11,4 Гкал/ч.

4.2. МГД-генератор 8 МВт с преобразователями и накопителями тока

Мини-ТЭЦ выполнена по перспективной в СССР с 70-х годов XX века известной схеме и имеет высокие показатели эффективности:

Паро-газовая установка с МГД-генератором (ПГ-МГД-ТД-У), утилизационными парогенераторными паровыми котлами, противодавленческими и конденсационным турбогенераторами по каскадной схеме соединения, отпуска остаточного тепла турбогенераторов на геотермальную ступень электрогенерации турбодетандерами на криогенном теплоносителе (жидкий азот).

МГД-генераторы получают постоянный электрический ток путем снятия электрического заряда непосредственно с продуктов горения топлива (пламени) без дополнительного потребления тепла или топлива.

Прототипом Мини-ТЭЦ является Рязанская ГРЭС-2 (с МГД-генератором) (Россия), действует более 40 лет, имеет высокие показатели эффективности, технологические циклы и оборудование успешно освоены и проверены временем.

Аналогичные электростанции давно и успешно действуют в США и во всем мире.

Сроки защиты принципа действия МГД-генераторов давно истекли.

Поставка МГД-генераторов производится непосредственно Разработчиком, КБ-ЭТТ (Россия), имеется разрешение (лицензия) от КБ-ЭТТ использовать полезную модель МГД-генератора.

Таким образом нарушение авторских прав невозможно.

Изготовителем поставляемого МГД-генератора являются заводы РФ, имеющие мировую известность, гарантирующие высокое качество изделия. Таким образом качество МГД-генераторов гарантировано и вне всяких сомнений.

Изготовители МГД-генераторов готовы взять на себя качественный монтаж установки и качественное техническое обслуживание.

МГД-генераторы успешно используется во многих установках, где необходимо получить электрическую энергию постоянного тока из потока высокотемпературной плазмы, потока заряженных ионов и протонов.

Поставляемые МГД-генераторы оборудованы системой охлаждения, тепло системы охлаждения используется в парогенераторе системы охлаждения МГД-генераторов.

Технические характеристики МГД-генератора

№п/п	Наименование показателя	Значение
1	Тип МГД-генератора	Универсальный
2	Вид расчетного топлива ГТУ для плазмы газов МГД-генератора	Смесь горючих газов или смесь легких жидких фракций топлива
3	Вид электроэнергии	Постоянный ток
4	Рабочее напряжение электроэнергии, В	220
5	Мощность вырабатываемой электроэнергии, МВт	8,0
6	Поступающая от ГТУ тепловая мощность, Гкал/ч	11,4

Отходящие раскаленные газы от МГД-генератора подаются на технологический цикл утилизационного котла парового серии КЕ-25-40-440.

Преобразователь постоянного тока в переменный ток

Технические характеристики

№п/п	Наименование показателя	Значение
1	Тип преобразователь	Универсальный
2	Вид принимаемой электроэнергии	Постоянный ток
3	Вид электроэнергии	Переменный ток
4	Рабочее напряжение электроэнергии, В	380
5	Мощность вырабатываемой электроэнергии, МВт	8,0
6	КПД, %	98

1. Солнечная батарея постоянного тока

Технические характеристики

№п/п	Наименование показателя	Значение
1	Тип	Универсальный
2	Вид принимаемой электроэнергии	Постоянный ток
3	Мощность батареи, МВт	0,1
4	Рабочее напряжение электроэнергии, В	220

2. Накопитель (батарея аккумуляторов) постоянного тока

Технические характеристики

№п/п	Наименование показателя	Значение
1	Тип накопителя	Универсальный
2	Вид принимаемой электроэнергии	Постоянный ток
3	Емкость батареи аккумуляторов, А*ч	500000
4	Рабочее напряжение электроэнергии, В	220
5	Мощность подаваемой электроэнергии потребителям, МВт	0,5
6	КПД, %	98

4.3. Паровой котёл по утилизационной схеме КЕ-25-40-440

для работы на твердом, газообразном и жидком топливе
производительностью 25 т/ч перегретого пара, соединенных в параллель
по пару.

Котёл паровой серии КЕ-25-40-440 - паровой вертикально-водотрубный котёл с экранированной топочной камерой и кипяtilьным пучком, пароперегревателем.

Котел паровой серии КЕ-25-40-440 оптимизируется добавлением механической топки твердого топлива типа «кипящий слой», дополнительного пароперегревателя и дополнительного экономайзера.

На паровой котел серии КЕ-25-40-440 подаются отходящие газы МГД-генератора для полезной утилизации тепла.

С учетом утилизационной схемы и оптимизации парового котла производительность парового котла КЕ-25-40-440 возрастает и доводится до 30 т/ч.

Технические характеристики оптимизированный котёл

№п/п	Наименование показателя	Значение
1	Теплота дополнительного топлива, Гкал/ч	7,2
2	Тип котла	Паровой
3	Схема включения в работу	Утилизационная
4	Паропроизводительность, т/ч	30,0
5	Рабочее (избыточное) давление теплоносителя на выходе, МПа (кгс/см ²)	40(40,0)
6	Температура пара на выходе, °С	перегр. 440
7	Температура питательной воды, °С	120
8	Расчетный КПД (без экономайзеров), %	86,75
9	Тепловая потребляемая энергия, Гкал	18,6
10	Базовая комплектация россыпью	Блок котла в сборе, лестницы и площадки, горелки ГМ-7,0 (1 шт.), экономайзер стальной Н=170 м ² в сборе

Отходящие газы от ГТУ с тепловой мощностью 11,4 Гкал/ч подаются через МГД-генератор на технологический цикл утилизационного котла парового серии КЕ-25-40-440.

Котёл паровой серии КЕ-25-40-440 укомплектовывается механической топкой твердого топлива типа «кипящий слой» для компенсации недостатка тепловой мощности от ГТУ при эксплуатации на номинальной мощности, а также для ТО ГТЭС и МГД-генератора.

Котёл паровой серии КЕ-25-40-440 укомплектовывается газо-мазутными горелками для компенсации недостатка тепловой мощности от ГТУ при эксплуатации на номинальной мощности, а также для ТО ГТЭС и МГД-генератора.

Количество требуемого дополнительного топлива одного парового котла определяется потребностью в дополнительной тепловой энергии 7,2 Гкал/ч.

Отходящие газы утилизационного парового котла КЕ-25-40-440 подаются на технологический цикл экономайзеров.

4.4. Экономайзеры водяные

Экономайзеры парового котла водяные служат для подогрева питательной воды, повышения эффективности котельной установки.

4.5. Оборудование очистки отходящих газов

Оборудование очистки отходящих газов включают:

- Парогенератор криогенной системы геотермальной ступени электрогенерации;
- Турбокомпрессор отходящих газов, приводимый в движение турбодетандером углекислого газа;
- Теплообменник криогенной системы геотермальной ступени электрогенерации;
- Дожимной компрессор-дымосос с электроприводом постоянного тока
- Теплообменник криогенной системы геотермальной ступени электрогенерации;
- Компрессор углекислого газа;
- Теплообменник криогенной системы геотермальной ступени электрогенерации;

- Испарительная установка углекислого газа;
- Турбодетандер редукции давления углекислого газа, приводящий в движение турбокомпрессор отходящих газов.

4.6. Дополнительная система хим-водоподготовки

Система хим-водоподготовки должна обеспечивать питательной водой Энергокомплекс согласно требованиям ПТЭ для котлов с естественной циркуляцией соответствующего давления.

5. Технологический цикл паро-силовой

Установки, агрегаты и оборудование указываются в порядке соединения и следования по технологическому циклу.

5.1. Паровой турбогенератор с противодавленческой турбиной Р-2,5-3,4/0,3-1, I каскад

На турбогенератор с противодавленческой турбиной I каскада подается перегретый пар от парового котла, параметрами 4,0 МПа 400 °С 30,0 т/ч.

Основные технические характеристики паровой турбины:

Мощность номинальная (максимальная), кВт	2500
Давление пара перед стопорным клапаном турбины, МПа	4,0
Температура пара перед стопорным клапаном турбины, °С	315
Давление пара за турбиной, МПа	2,0
Температура пара за турбиной, °С	240
Расход пара, т/ч	30,0
Тип генератора	Асинхронный/Синхронный
Напряжение генератора, В	400/6300 (-5%+10%)
Тип охлаждения генератора	Воздушное, по разомкнутому контуру

Турбогенератор имеет обводной трубопровод с арматурой для вывода паровой турбины из эксплуатации при ТО и других целей.

Отработанный пар турбогенератора с противодавленческой турбиной I каскада подается на дополнительный пароперегреватель парового котла параметрами 2,0 Мпа 240 °С 30,0 т/ч.

5.2. Дополнительный пароперегреватель парового котла серии КЕ-25-40-440

На дополнительный пароперегреватель парового котла подается отработанный пар турбогенератора с противодавленческой турбиной I каскада параметрами 2,0 Мпа 240 °С 30,0 т/ч.

Основные технические характеристики пароперегревателя

Давление пара на входе, МПа	2,0
Температура пара на входе, °С	240
Давление пара на выходе, МПа	2,0
Температура пара на выходе, °С	310
Расход пара, т/ч	30,0

Перегретый пар дополнительного пароперегревателя подается на турбогенератор с конденсационной турбиной II каскада параметрами 2,0 Мпа 310 °С 30,0 т/ч.

5.3. Паровой турбогенератор с конденсационной турбиной ТГ 4,5/6,3-П2,25/0,8, II каскад

На конденсационный турбогенератор II каскада подается отработанный пар от дополнительного пароперегревателя парового котла параметрами 2,0 Мпа 310 °С 30,0 т/ч.

Основные технические характеристики паровой турбины:

Мощность номинальная (максимальная), кВт	4500
Давление пара перед стопорным клапаном турбины, МПа	2,0

Температура пара перед стопорным клапаном турбины, °С	310
Давление пара за турбиной, МПа	<0,05
Температура пара за турбиной, °С	100
Расход пара, т/ч	30,0
Тепловая энергия отработанного пара на ГВС и отопление, геотермальную ступень, Гкал/ч	10,0
Тип генератора	Асинхронный/Синхронный
Напряжение генератора, В	400/6300 (-5%+10%)
Тип охлаждения генератора	Воздушное, по разомкнутому контуру

Турбогенератор имеет обводной трубопровод с арматурой для вывода паровой турбины из эксплуатации при ТО и других целей.

Отработанный пар конденсационного турбогенератора подается на паровые конденсаторы (бойлеры) параметрами <0,05 Мпа 100 °С 20,0 т/ч.

5.4. Паровые конденсаторы (бойлеры)

На паровые конденсаторы (бойлеры) подается отработанный пар от конденсационного турбогенератора II -го каскада параметрами <0,05 Мпа 100 °С 20,0 т/ч.

Основные общие технические характеристики паровых конденсаторов криогенной системы:

Мощность тепловая утилизации пара, Гкал/ч	14,2
Давление пара на входе, МПа	<0,05
Температура пара на входе, °С	100
Давление пара за турбиной, МПа	<0,05
Температура конденсата, °С	70-90

Конденсат паровых конденсаторов подается в питательную систему парового котла КЕ-25-40-440, замыкая технологический круг.

Остаточная тепловая мощность конденсаторов направляется для полезного использования на теплообменники криогенной системы геотермальной ступени электрогенерации, ГВС и отопления систем жизнеобеспечения.

5.5. Вспомогательные системы

6. Технологический цикл криогенной электрогенерации с геотермальной (холодильники) ступенью

Технологический цикл криогенной электрогенерации с геотермальной (холодильники) ступенью выполнен с жидким азотом в качестве теплоносителя.

Технологический цикл криогенной электрогенерации с геотермальной (холодильники) ступенью выполнен по сверхкритическим технологиям теплоносителя, на сверхкритических параметрах жидкого азота.

Жидкий азот для пополнения запаса теплоносителя вырабатывается воздухо-разделительной установкой (ВРУ), входящей в состав Энергокомплекса.

Технологический цикл криогенной электрогенерации с геотермальной (холодильники) ступенью использует остаточную тепловую энергию паросилового цикла для преобразования в электрическую энергию.

Технологический цикл криогенной электрогенерации с геотермальной (холодильники) ступенью использует тепловую энергию окружающей среды (геотермальную) для преобразования в электрическую энергию.

Установки, агрегаты и оборудование указываются в порядке соединения и следования по технологическому циклу.

6.1. Парогенератор криогенного теплоносителя

Парогенератор криогенного теплоносителя предназначен для выработки перегретого пара из перегретого жидкого криогенного теплоносителя (жидкий азот) на сверхкритических параметрах.

На парогенератор подается перегретый криогенный теплоноситель, жидкий азот от парового конденсатора параметрами 6,0 МПа 50-70 °С.

Парогенератор использует тепло отходящих газов парового водяного котла КЕ-25-40-440.

Основные технические характеристики парогенератора:

Температура перегретого криогенного теплоносителя, жидкого азота на входе, °С	50-70
Давление перегретого пара криогенного теплоносителя, азота МПа	6,0
Тепловая энергия перегретого криогенного теплоносителя, азота, Гкал	2,0
Температура перегретого пара криогенного теплоносителя, азота °С	60-80

Перегретый пар азота парогенератора подается на Теплообменник криогенного теплоносителя параметрами 6,0 МПа 60-80 °С.

6.2. Теплообменник криогенного теплоносителя

Теплообменник криогенного теплоносителя предназначен для понижения температуры пара жидкого азота перед конденсацией в турбодетандере и для необходимого повышения температуры питательного жидкого азота перед подачей в конденсатор (бойлер) водяного паро-конденсатного цикла.

На теплообменник криогенного теплоносителя подается перегретый пар парогенератора криогенного теплоносителя (жидкий азот) параметрами 6,0 МПа 60-80 °С.

В качестве охладителя перегретого пара криогенного теплоносителя, азота, перед конденсацией его в турбодетандерах используется криогенный теплоноситель, жидкий азот для его необходимого подогрева для подачи в конденсатор водяного паро-конденсатного цикла и его перегрева до сверхкритических величин параметров.

Основные технические характеристики

Давление пара криогенного теплоносителя, азота, на входе, МПа	6,0
Температура пара криогенного теплоносителя, азота, на входе, °С	60-80
Давление пара криогенного теплоносителя, азота, на выходе, МПа	6,0
Температура пара криогенного теплоносителя, азота, на выходе, °С	-10-30
Давление криогенного теплоносителя, жидкого азота, на входе, МПа	6,0
Температура криогенного теплоносителя, жидкого азота, на входе, °С	-60
Давление криогенного теплоносителя, жидкого азота, на выходе, МПа	6,0
Температура криогенного теплоносителя, жидкого азота, на выходе, °С	3-10

Перегретый пар азота Теплообменника криогенного теплоносителя подается на паровой турбогенератор I каскада параметрами 6,0 МПа -10-30 °С.

Криогенный теплоноситель Теплообменника параметрами 6,0 МПа 3-10 °С подается для дальнейшего нагрева и съема остаточной тепловой энергии в конденсаторы водяного паро-силового цикла.

6.3. Турбодетандер с нагрузочным электрогенератором в качестве тормоза, I каскад

Турбодетандер с нагрузочным электрогенератором в качестве тормоза предназначен для конденсации пара криогенного теплоносителя при совершении полезной работы и снятии энергии.

На турбодетандер с нагрузочным электрогенератором в качестве тормоза подается перегретый пар криогенного теплоносителя (азот) из Теплообменника криогенного теплоносителя параметрами 6,0 МПа -10-30 °С.

Основные технические характеристики турбодетандера:

Мощность номинальная (максимальная), кВт	2000
Давление пара криогенного теплоносителя на входе, МПа	6,0
Температура пара криогенного теплоносителя на входе, °С	-10-30
Давление пара за турбодетандером, МПа	3,8
Температура пара за турбодетандером, °С	-120
Тип генератора	Асинхронный/Синхронный
Напряжение генератора, В	400/6300 (-5%+10%)
Тип охлаждения генератора	Воздушное, по разомкнутому контуру

Частично сконденсировавшийся в турбодетандере с нагрузочным электрогенератором криогенный теплоноситель (жидкий азот) закачивается насосами в накопительную емкость, находящуюся под давлением.

Отработанный пар криогенного теплоносителя (азот) турбодетандера с нагрузочным электрогенератором в качестве тормоза I каскада подается на турбодетандер с нагрузочным электрогенератором в качестве тормоза II каскада параметрами 3,8 Мпа -120 °С.

6.4. Турбодетандер с нагрузочным электрогенератором в качестве тормоза, II каскад

Турбодетандер с нагрузочным электрогенератором в качестве тормоза предназначен для конденсации пара криогенного теплоносителя при совершении работы и снятии энергии.

На турбодетандер с нагрузочным электрогенератором в качестве тормоза II каскада подается отработанный пар криогенного теплоносителя (азот) из турбодетандера с нагрузочным электрогенератором в качестве тормоза I каскада параметрами 3,8 Мпа -120 °С.

Основные технические характеристики турбодетандера:

Мощность номинальная (максимальная), кВт	2000
Давление пара криогенного теплоносителя на входе, МПа	3,8
Температура пара криогенного теплоносителя на входе, °С	-120
Давление пара за турбодетандером, МПа	1,8
Температура пара за турбодетандером, °С	-160
Тип генератора	Асинхронный/Синхронный
Напряжение генератора, В	400/6300 (-5%+10%)
Тип охлаждения генератора	Воздушное, по разомкнутому контуру

Сконденсировавшийся в турбодетандере с нагрузочным электрогенератором криогенный теплоноситель (жидкий азот) закачивается насосами в накопительную емкость, находящуюся под давлением.

Отработанный пар криогенного теплоносителя (азот) турбодетандера нагрузочным электрогенератором в качестве тормоза II каскада подается на турбодетандер с нагрузочным электрогенератором в качестве тормоза III каскада параметрами 1,8 Мпа -160 °С.

6.5. Теплообменник дополнительный криогенного теплоносителя

Теплообменник криогенного теплоносителя предназначен для понижения температуры пара жидкого азота перед конденсацией в турбодетандере и для необходимого повышения температуры питательного жидкого азота перед подачей в конденсатор (бойлер) водяного паро-конденсатного цикла.

На теплообменник криогенного теплоносителя подается перегретый пар парогенератора криогенного теплоносителя (жидкий азот) параметрами 1,8 Мпа - 160 °С.

В качестве охладителя перегретого пара криогенного теплоносителя, азота, используется криогенный теплоноситель, жидкий азот для его необходимого подогрева для подачи в Подогреватель (теплообменник) криогенного теплоносителя (холодильник) геотермального типа.

Основные технические характеристики

Давление пара криогенного теплоносителя, азота, на входе, МПа	1,8
Температура пара криогенного теплоносителя, азота, на входе, °С	- 160
Давление пара криогенного теплоносителя, азота, на выходе, МПа	1,8
Температура пара криогенного теплоносителя, азота, на выходе, °С	-190
Давление криогенного теплоносителя, жидкого азота, на входе, МПа	6,0
Температура криогенного теплоносителя, жидкого азота, на входе, °С	- 205
Давление криогенного теплоносителя, жидкого азота, на выходе, МПа	6,0
Температура криогенного теплоносителя, жидкого азота, на выходе, °С	-175

Перегретый пар азота Теплообменника дополнительного криогенного теплоносителя подается на паровой турбогенератор в качестве тормоза III каскада параметрами 1,8 МПа -190 °С.

Частично нагретый в Теплообменнике дополнительном криогенный теплоноситель (жидкий азот) подается для дальнейшего нагрева в Подогреватель (теплообменник) криогенного теплоносителя (холодильник) геотермального типа.

6.6. Турбодетандер с нагрузочным электрогенератором в качестве тормоза, III каскад

Турбодетандер с нагрузочным электрогенератором в качестве тормоза предназначен для конденсации пара криогенного теплоносителя при снятии энергии.

На турбодетандер с нагрузочным электрогенератором в качестве тормоза III каскада подается отработанный пар криогенного теплоносителя (азот) из турбодетандера с нагрузочным электрогенератором II каскада параметрами 1,8 МПа -190 °С.

Основные технические характеристики турбодетандера:

Мощность номинальная (максимальная), кВт	1600
Давление пара криогенного теплоносителя на входе, МПа	1,8
Температура пара криогенного теплоносителя на входе, °С	-190
Давление пара за турбодетандером, МПа	<0,05
Температура пара за турбодетандером, °С	-208
Тип генератора	Асинхронный/Синхронный
Напряжение генератора, В	400/6300 (-5%+10%)
Тип охлаждения генератора	Воздушное, по разомкнутому контуру

Сконденсировавшийся в турбодетандере с нагрузочным электрогенератором в качестве тормоза криогенный теплоноситель (жидкий азот) закачивается насосами в накопительную емкость, находящуюся под давлением.

Отработанный пар криогенного теплоносителя (азот) турбодетандера с нагрузочным электрогенератором в качестве тормоза III каскада подается на установку ожижения остаточного пара криогенного теплоносителя (жидкий азот) параметрами <0,05 МПа -208 °С.

6.7. Установка ожижения остаточного пара криогенного теплоносителя (жидкий азот)

Установка ожижения остаточного пара криогенного теплоносителя (жидкий азот) выполнена на основе воздухо-разделительной установки (ВРУ) малой мощности.

Отработанный пар криогенного теплоносителя (азот) турбодетандера с нагрузочным электрогенератором III каскада подается на компрессор-насос остаточного пара криогенного теплоносителя параметрами $<0,05$ Мпа -208 °С.

Компрессор-насос нагнетает не сконденсировавшийся остаточный пар криогенного теплоносителя (жидкий азот) на каскад турбодетандеров для конденсации при совершении работы и отборе энергии.

Не значительный остаточный пар криогенного теплоносителя (жидкий азот) от каскада турбодетандеров для конденсации подается для удаления из технологического цикла на вакуумный насос остаточного пара криогенного теплоносителя (жидкий азот).

6.8. Воздухо-разделительная установка (ВРУ)

Воздухо-разделительная установка (ВРУ) малой мощности предназначена для выработки из окружающего воздуха требуемого количества и восполнения потерь криогенного теплоносителя (жидкий азот).

Компрессор нагнетает очищенный воздух на каскад турбодетандеров для конденсации при совершении работы и отборе энергии.

Сконденсировавшиеся в турбодетандерах фракции очищенного воздуха закачиваются насосами в накопительные емкости, находящиеся под давлением.

Сконденсировавшаяся в турбодетандерах фракция азота закачиваются насосами в накопительные емкости технологического цикла криогенного теплоносителя.

Сконденсировавшиеся в турбодетандерах другие фракции очищенного воздуха (в основном кислород) являются попутными полезными продуктами (или удаляются обратно в атмосферу).

Не значительные остаточные летучие фракции воздуха, не сконденсировавшиеся в турбодетандерах, подаются для удаления из технологического цикла на вакуумный компрессор-насос.

6.9. Накопительные емкости, находящиеся под давлением

Накопительные емкости, находящиеся под давлением, предназначены для накопления хранения, частичного нагрева криогенного теплоносителя (жидкий азот).

В накопительные емкости, находящиеся под давлением, насосами высокого давления закачиваются сконденсировавшиеся фракции криогенного теплоносителя (жидкий азот).

В накопительных емкостях, находящихся под давлением, сконденсировавшиеся фракции криогенного теплоносителя (жидкий азот) путем теплообмена частично нагреваются окружающей средой, получая геотермальную энергию.

Из накопительных емкостей, находящихся под давлением, насосами высокого давления криогенный теплоноситель (жидкий азот) нагнетается в технологический цикл криогенной электрогенерации.

Подаваемый насосами высокого давления криогенный теплоноситель (жидкий азот) из накопительных емкостей, находящихся под давлением, нагревается в Теплообменнике дополнительном криогенного теплоносителя.

6.10. Подогреватель (теплообменник) криогенного теплоносителя (холодильник) геотермального типа

Подогреватель (теплообменник) криогенного теплоносителя (холодильник) предназначен для повышения температуры криогенного теплоносителя (жидкого азота) перед подачей в последующие теплообменники для необходимого повышения температуры питательного жидкого азота перед подачей в конденсатор (бойлер) водяного паро-конденсатного цикла.

В качестве нагревателя криогенного теплоносителя, жидкого азота, используется окружающий воздух, передающий ему геотермальную энергию, генерируя при этом холод.

Основные технические характеристики

Давление криогенного теплоносителя, жидкого азота, на входе, МПа	6,0
Температура криогенного теплоносителя, жидкого азота, на входе, °С	-175
Давление криогенного теплоносителя, жидкого азота, на выходе, МПа	6,0

Температура криогенного теплоносителя, жидкого азота, на выходе, °С	-60
--	-----

Криогенный теплоноситель, жидкий азот параметрами 6,0 Мпа -60 °С подается на теплообменник криогенного теплоносителя перед дальнейшей подачей в конденсатор (бойлер) водяного паро-конденсатного цикла, замыкая технологический цикл криогенной электрогенерации с генерацией холода.

6.11. Вспомогательные системы

7. Организационные условия

При реализации с учетом местных условий обеспечиваются предпроектные работы, проектные работы, поставка необходимого оборудования.

На весь ряд оборудования предоставляется гарантийное обслуживание.

При вводе в строй оборудования обеспечиваются шеф-монтаж, пуско-наладочные работы и обучение персонала Заказчика.

При эксплуатации оборудования обеспечиваются техническое сопровождение и технические консультации по вопросам обслуживания и эксплуатации оборудования.

Руководство по эксплуатации разрабатывается индивидуально на каждый объект с учетом местных условий и позволяет технически грамотно отладить технологические режимы в зависимости от сырья.

8. Пути дальнейшей модернизации Энергокомплекса, повышения КПД, эффективности, наращивания мощности Энергокомплекса

1. Укомплектовать Энергокомплекс дополнительно центробежными сепараторами жидких фракций топлива для более тонкой переработки жидкого топлива и получения большего количества товарных фракций жидкого топлива, повышения качества и выхода фракций жидкого топлива при переработке.
2. Укомплектовать Энергокомплекс дополнительным оборудованием для получения товарных бензиновых фракций перерабатываемого жидкого топлива.

3. Укомплектовать Энергокомплекс дополнительным оборудованием для получения товарных смазочных масел вазелина, парафинов из перерабатываемого жидкого топлива.
4. Укомплектовать Энергокомплекс такими же установками переработки ТБО и горючих промотходов для наращивания мощности переработки и производительности.
5. Укомплектовать Энергокомплекс дополнительно накопителями (аккумуляторы) постоянного тока и преобразователями электрического тока для повышения эффективности, компенсации пиков электронагрузки, увеличения объема продажи электроэнергии.
6. Укомплектовать Энергокомплекс дополнительно такими же установками криогенной электрогенерации с использованием геотермальной энергии и генерации холода для наращивания мощности электрогенерации и производительности.
7. Укомплектовать Энергокомплекс дополнительным оборудованием металлоплавления (одна печь в здании Энергокомплекса), мини-производств переработки овощей, пищевого мясного, молочного, рыбного и хлебно-кондитерского направлений.
8. Укомплектовать Энергокомплекс дополнительным оборудованием попутного производства при работе криогенных систем Энергокомплекса, газонаполнительным оборудованием кислорода, аргона, углекислоты, гелия и других газов.

Подробное ознакомление с готовыми техническими решениями по Энергокомплексам доступно на сайте КБ-ЭТТ на странице <http://omiis.mya5.ru/energokompleks/>

КОНТАКТЫ: kb-ett@rambler.ru

+79105203145

Главный конструктор ИП Архипов, КБ-ЭТТ
Николай Иванович Архипов