

Конструкторское Бюро - "Энергетика. Транспорт. Технологии" зарегистрированное как ИП Архипов Н.И.



«УТВЕРЖДАЮ»

«29» февраля 2024 года
Главный конструктор
КБ-ЭТТ, ИП Архипов Н. И.,
Архипов Николай Иванович

КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ АВТОНОМНЫЙ ЭНЕРГОКОМПЛЕКС



Мини-ТЭЦ с газо-турбинной ступенью
электрогенерации, Паро-турбинная
установка общей мощности 3,9 МВт
переменного тока для собственных
нужд, 3,0 Гкал/ч тепловой энергии на
ГВС и отопление

Назначение:

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

Разработчик: КБ-ЭТТ, Конструкторское Бюро –
«Энергетика. Транспорт. Технологии»
Регистрация: ИП Архипов Н.И., Россия

На основании представленных данных объекта, требуемой выработки 3,5 МВт электроэнергии и 2,5 Гкал/ч тепловой энергии при условии продублированности выработки энергии

Предлагаем для Ваших нужд:

Энергокомплекс, полуавтоматическая Мини-ТЭЦ электрической мощностью (установленная) 3,9 МВт переменного тока для собственных нужд, тепловой мощностью 3,0 Гкал/ч на ГВС и отопление,

со стандартным набором оборудования и стандартными параметрами, комплектующие РФ и СНГ, подводом необходимых коммуникаций, сооружением дымовой трубы и газоходов, в помещении заказчика.

Принципиальная схема Энергокомплекса

1. Газо-турбинная электростанция с отпуском остаточного тепла на утилизацию в паро-силовом тракте.
2. Мини-ТЭЦ.

Мини-ТЭЦ выполнена по известной схеме: комбинированная ГТ-ПТ-У (газо-турбинная ступень, паро-турбинная установка) и имеет эффективность:

Комбинированная Газо-турбинная электростанция с отпуском остаточного тепла на утилизацию в паро-силовом тракте, Паро-турбинная установка с парогенераторным паровым котлом с экономайзером, противодавленческим и конденсационным турбогенераторами по каскадной схеме соединения, отпуска остаточного тепла турбогенераторов на ГВС и отопление.

1. Общее описание Энергокомплекса

1.1. Состав Энергокомплекса:

Энергокомплекс имеет в своем составе:

1. Газо-турбинная электростанция 2,4 МВт с отпуском остаточного тепла 4,8 Гкал/ч на полезную утилизацию.

2. Паровой котёл на сжиженном газе ДКВР-6-39-440 с экономайзером, производительностью 6 т/ч перегретого пара.
3. Турбогенераторная противодавленческая установки 0,5 МВт парового котла, соединенная каскадно.
4. Турбогенераторная конденсационная установка 1,0 МВт парового котла, присоединенная каскадно.
5. Паровые конденсаторы (бойлеры) с отпуском 3,0 Гкал/ч остаточного тепла на ГВС и отопление.
6. Дополнительное оборудование.

1.2. Краткое описание

№	Показатель	Краткое описание
1	Обеспечение электроэнергией	Электрическая мощность 3,9 МВт
2	Обеспечение тепловой энергией	Тепловая энергия подается на ГВС и отопление
3	Режим работы мини-ТЭЦ	Круглосуточный, круглогодичный, с ручным контролем и управлением.
4	Технологическая последовательность распределения вырабатываемых энергоресурсов	Максимальная выработка электроэнергии круглосуточно. Снятие остаточного тепла на технологию круглосуточно. Температура ГВС - 65°C. Отопление, кондиционирование и вентиляция круглосуточно.
5	Этапы ввода оборудования генерации электроэнергии	Виды ТО, их периодичность, стоимость ЗИП – согласно Регламентов в документации заводов-изготовителей по году выпуска и № оборудования и агрегатов. Возможно дальнейшее повышение КПД, снижение затрат на работу турбин и содержание сетей (согласно предлагаемой комплектации и предлагаемой дальнейшей модернизации), возможно оборудование АСУ ТП мини-ТЭЦ.
6	Этап ввода оборудования генерации тепловой энергии	Виды ТО, их периодичность, стоимость ЗИП – согласно Регламентов в документации заводов-изготовителей по году выпуска и № оборудования и агрегатов. Возможно дальнейшее повышение КПД, снижение затрат на работу котлов и содержание сетей (согласно предлагаемой комплектации и предлагаемой дальнейшей модернизации), возможно дополнительное оборудование АСУ ТП мини-ТЭЦ.
7	Присоединение мини-ТЭЦ	Электроэнергия: КЛ – 6 кВ на действующие секции в РП 6 кВ на ТП предприятия. Тип подключения – параллельная работа с синхронизацией на общую шину. Подключение в сеть – в соответствии с ТУ на 6 кВ. Окончательная мощность, точка и

		способ подключения мини-ТЭЦ определяются Проектом по согласованию с Заказчиком; Теплоснабжение: Окончательная мощность, точка и способ подключения мини-ТЭЦ определяется Проектом по согласованию с Заказчиком; Водоснабжение: Существующий водопровод.
8	Обеспечение электроэнергией и теплом	Предусматривается параллельная работа мини-ТЭЦ с электрической сетью, возможна работа в островном режиме.
9	Автоматизация и персонал мини-ТЭЦ	Ручной мониторинг всего комплекса, Единая АСУ всего предприятия выполняется дополнительно, по отдельному ТЗ.
10	Максимальный единовременный шаг (наброс) нагрузки	Величины шагов увеличения и сброса электрической нагрузки, времени между шагами соответствуют требованиям, предъявляемым к производителям мини-ТЭЦ при работе в островном режиме: - дисбаланс тока нагрузки по фазам – не более 5%; - качество электрической энергии соответствует ГОСТ Р 54149-2010.
11	Электропитание собственных нужд генераторных установок	От щита собственных нужд (ЩСН) параметрами: Максимальная мощность – 200 кВт; Напряжение – 380 В; Частота – 50 Гц.
12	Помещения мини-ТЭЦ	Помещение машинного зала соответствует СНиП II-35-76 «Котельные установки», Правилам устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов, ПБ 12-529-03.
13	Источники обеспечения предприятия сырьем и энергоносителями	От действующих сетей, в соответствии с техническими условиями на подключение к сетям и коммуникациям.
14	Аварийное (резервное) топливо	Для мини-ТЭЦ аварийное (резервное) топливо определяется при проектировании и согласовывается с Заказчиком.
15	Требования к системе дистанционного управления	Система дистанционного управления, оборудование для контроля и распределения мощности подбирается дополнительно, в соответствии с технологическими циклами мини-ТЭЦ, утвержденной Заказчиком в ходе проектирования.
16	Охлаждение генераторных установок	Воздушное, с собственной принудительной циркуляцией.
17	Воздухоподготовка для мини-ТЭЦ	Машинный зал предусматривает принудительную вытяжную и естественную приточную вентиляцию и подготовку воздуха для горения при наружной температуре +50 - -50°С и высоте над уровнем моря 1000 метров.

18	Требования к архитектурно-строительным, объемно-планировочным решениям	Архитектурно-строительные, объемно-планировочные решения и конструктивные решения определяются Проектом по согласованию с заказчиком. При необходимости выполняются геологические и геодезические изыскания.
19	Дымовые трубы	Высота дымовых труб определяется Проектом по результатам расчетов вредных выбросов в атмосферу в нежилом секторе. Световое ограждение дымовых труб и наружная маркировочная окраска соответствуют требованиям нормативных документов. Конструкция дымовых труб предусматривается из материалов для работы с высокотемпературной средой (до 500°C). Газоходы предусматриваются индивидуальные.
20	Состав мини-ТЭЦ	Определяется Проектом по дальнейшему повышению КПД и согласовывается с Заказчиком.
21	Топливоснабжение	Основное топливо – сжиженный газ. Возможна комплектация для работы на другом топливе.
22	Водоснабжение	Химводоподготовка – тип, состав и размещение ХВО для подпитки тепловых сетей уточняются Проектом в соответствии с нормативами подпиточной воды тепловых сетей и химическим анализом воды.
23	Приборы учета	В соответствии с требованиями нормативных документов.
24	Степень автоматизации мини-ТЭЦ	Предусматривается работа мини-ТЭЦ с необходимостью присутствия обслуживающего персонала в машинном зале. Контроль параметров и управление непосредственно возле оборудования.
25	Особые условия проектирования	Предусматривается параллельная работа мини-ТЭЦ с электрической сетью, передача в сеть и прием из сети электрической мощности. Предусматривается установка узлов учета на электроэнергию, тепловую энергию, пар, воду.
26	Границы проектирования	Объем проектных работ определяется Генеральным проектировщиком и согласовывается с Заказчиком.
27	Исходные данные	Предоставляются Заказчиком.

1.3. Описание Установки топливоподготовки

Установка топливоподготовки в состав Энергокомплекса не входит и выполнена отдельно, с сопряжением с агрегатами, устройствами и оборудованием Энергокомплекса.

Установка топливоподготовки рассчитана на сжиженный газ.

1.4. Описание Мини-ТЭЦ

Мини-ТЭЦ выполнена по перспективной известной схеме: комбинированная ПГУ (паро-газовая установка) и имеет показатели эффективности:

Комбинированная Газо-турбинная установка с отпуском остаточного тепла на утилизацию в паро-силовом тракте, Паро-турбинная установка с парогенераторным паровым котле с экономайзером, противодавленческим и конденсационным турбогенераторами по каскадной схеме соединения, отпуска остаточного тепла турбогенераторов на ГВС и отопление, паровыми конденсаторами, хим-водоподготовкой.

2. Характеристики Энергокомплекса (ЭК)

2.1. Характеристики Энергокомплекса (ЭК) в максимальном режиме

№	Наименование	Ед. изм.	Величина
1	Расход жидкого топлива ($H_u = 42$ МДж/кг)	кг/ч	817,8
2	Теплота сгорания топлива 3 ГТУ номинальная	Гкал/ч	8,55
3	Теплота от ГТУ на утилизацию номинальная	Гкал/ч	4,8
4	Мощность электрическая установленная ГТУ	МВт	2,4
5	Мощность электрическая установленная Паротурбинной электростанции котла типа ДКВР	МВт	1,5
6	Мощность электрическая суммарная номинальная	МВт	3,9
7	Мощность электрическая суммарная рабочая	МВт	2,7
8	Мощность электрическая собственных нужд	кВт	200
9	Теплота остаточная от конденсаторов (бойлеров) на ГВС и отопление	Гкал/ч	3,0
10	КПД электрический в режиме мини-ТЭЦ	%	39,2
11	КПД полный в режиме мини-ТЭЦ (с генерацией тепла)	%	74,3

2.2. Характеристики Энергокомплекса (ЭК) в рабочем режиме (70 % максимального)

№	Наименование	Ед. изм.	Величина
1	Расход жидкого топлива ($H_u = 42$ МДж/кг)	кг/ч	572,46
2	Теплота сгорания топлива 3 ГТУ рабочая	Гкал/ч	5,985
3	Теплота от ГТУ на утилизацию рабочая	Гкал/ч	3,36
4	Мощность электрическая рабочая ГТУ	МВт	1,68
5	Мощность электрическая рабочая Паротурбинной электростанции котла типа ДКВР	МВт	1,05
6	Мощность электрическая суммарная номинальная	МВт	3,9
7	Мощность электрическая суммарная рабочая	МВт	2,7
8	Мощность электрическая собственных нужд	кВт	200
9	Теплота остаточная от конденсаторов (бойлеров) на ГВС и отопление	Гкал/ч	2,1
10	КПД электрический в режиме мини-ТЭЦ	%	39,2
11	КПД полный в режиме мини-ТЭЦ (с генерацией тепла)	%	74,3

3. Основные тезисы Коммерческого Предложения

Автономность Энергокомплекса, продублированность всех систем и мощностей;

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

Комплексность технологий Энергокомплекса, использование комплексных технологий под нужды объекта;

Эффективность Энергокомплекса, отсутствие бесполезных энергозатрат;

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, стадийность реализации Проекта, поэтапная поставка оборудования;

Мощность максимальная электрогенераторов Энергокомплекса – 3,9 МВт;

Мощность максимальная тепловой энергии Энергокомплекса – 3,0 Гкал/ч;

Тепловая мощность отпускается на: ГВС и отопление;

Стадии производства работ – проектные работы, поставка оборудования, строительно-монтажные работы, пуско-наладочные работы;

Условия поставки оборудования – доставка на склад Заказчика;

Срок изготовления оборудования – до 240 суток;

Снижение стоимости Энергокомплекса – возможно при оптимальном подборе комплектации оборудования по требующимся для предприятия потребностям в электроснабжении и тепловой мощности, при возможном использовании имеющегося оборудования, при точном расчете затрачиваемых средств на подвод коммуникаций и др.

Дальнейшая модернизация и повышение КПД Энергокомплекса – возможна оптимизация Энергокомплекса, повышение КПД, наращивание максимальной электрической мощности без увеличения топливных затрат и уменьшения выработки тепловой энергии, дополнительно, в специальном предложении.

4. Основные элементы топливоподготовки

4.1. Установка топливоподготовки

Установка топливоподготовки в состав Энергокомплекса не входит и выполнена отдельно, с сопряжением с агрегатами, устройствами и оборудованием Энергокомплекса.

Установка топливоподготовки, получения топлива для мини-ТЭЦ рассчитана на сжиженный газ.

4.2. 3 Газо-турбинных установки суммарно 2,4 МВт электроэнергии, 4,8 Гкал/ч остаточного тепла

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.

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

При этом разгружается турбина компрессора ГТУ, она потребляет меньше энергии на собственные нужды, соответственно снижается потребление топлива.

В топливную систему газотурбинной установки подается сжиженный газ, от Установки подготовки топлива.

Основные технические характеристики 1 ГТУ

Номинальная мощность на клеммах генератора, кВт	800
Номинальная частота электрического тока, Гц	50
Температура газа за силовой турбиной на выхлопе, °С	464
Расход воздуха, кг / с	4,49
Суммарная степень повышения давления воздуха в компрессорах, лк	10,8

КПД электрический, % 25

Эквивалентный уровень звука при обслуживании, не более, дБА 80

Номинальная частота вращения, об/мин ротора силовой турбины 24687

Номинальная частота вращения, об/мин выходного вала редуктора 1500

Тип топлива: дизельное, керосин, биодизель, бензино-этаноловые смеси, бензин, природный газ, СПГ, попутный нефтяной газ

Расход жидкого топлива ($H_u = 42$ МДж/кг), кг/час 272,6

Удельный расход жидкого топлива, кг/кВт*ч 0,317

Расход газообразного топлива ($H_u = 50$ МДж/кг), кг/час 236

Удельный расход газообразного топлива, кг/кВт*ч 0,274

Тепловая мощность по утилизационной схеме, кВт 1856

Ресурс ГТЭС: – до капитального ремонта, ч 12000*

Габариты ГТД: длина x ширина x высота, мм 1420x1000x1000

Сухая масса в комплекте поставки, кг 1050

Примечание - *в изделиях гражданского назначения.

Общие характеристики

Теплота сгорания топлива 3 ГТУ (максимальная) 8,55 Гкал.

Тепловая мощность остаточная максимальная – 4,8 Гкал/ч.

Отходящие газы от Газотурбинных установок подаются на утилизацию в паровом котле ДКВР 6-39-440.

5. Основные элементы Паро-турбинной Мини-ТЭЦ

Технологический цикл тепло-энергетический

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

5.1. Паровой котёл по утилизационной схеме серии ДКВР-6-39-440 производительностью 6 т/ч перегретого пара.

Котёл паровой серии ДКВР-6-39-440 - паровой вертикально-водотрубный котёл с экранированной топочной камерой и кипяtilьным пучком, пароперегревателем и дополнительным пароперегревателем.

Технические характеристики

№п/п	Наименование показателя	Значение
1	Тепловая энергия потребляемая, Гкал/ч	4,6
2	Тип котла	Паровой
3	Схема включения в работу	Утилизация остаточного тепла ГТУ
4	Паропроизводительность, т/ч	6
5	Рабочее (избыточное) давление теплоносителя на выходе, МПа (кгс/см ²)	3,9(39,0)
6	Температура пара на выходе, °С	перегр. 400
7	Температура питательной воды, °С	120
8	Расчетный КПД (без экономайзеров), %	85

№п/п	Наименование показателя	Значение
9	Базовая комплектация россыпью	Блок котла в сборе, лестницы и площадки, экономайзер стальной в сборе

Паровой котёл имеет обводные газовые трубопроводы от ГТУ для его вывода на обслуживание или ремонт.

5.2. Экономайзер водяной парового котла

Экономайзер парового котла водяной служит для подогрева питательной воды, повышения эффективности котельной установки.

5.3. Дополнительная система хим-водоподготовки

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

6. Технологический цикл паро-силовой

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

6.1. Паровой турбогенератор с противодавленческой турбиной ТГ 0,5А/0,4 Р13/3,7, I каскад

На турбогенератор с противодавленческой турбиной ТГ 0,5А/0,4 Р13/3,7 I каскада подается перегретый пар от парового котла, параметрами 3,9 МПа 400 °С 6 т/ч.

Основные технические характеристики паровой турбины:

Мощность номинальная (максимальная), кВт	500
Давление пара перед стопорным клапаном турбины, МПа	3,9

Температура пара перед стопорным клапаном турбины, °С	400
Давление пара за турбиной, МПа	1,3
Температура пара за турбиной, °С	250
Расход пара, т/ч	6,0
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 1,3 Мпа 250 °С 6 т/ч.

6.2. Дополнительный пароперегреватель парового котла серии ДКВР-10-39-440

На дополнительный пароперегреватель парового котла подается отработанный пар турбогенератора с противодавленческой турбиной I каскада параметрами 1,3 Мпа 250 °С 6 т/ч.

Основные технические характеристики

Давление пара на входе, МПа	1,3
Температура пара на входе, °С	250
Давление пара на выходе, МПа	1,3
Температура пара на выходе, °С	320
Расход пара, т/ч	6,0

Перегретый пар дополнительного пароперегревателя подается на паровой турбогенератор с конденсационной турбиной II каскада параметрами 1,3 МПа 320 °С 6 т/ч.

6.3. Паровой турбогенератор с конденсационной турбиной ТГУ 1000К, II каскад

На конденсационный турбогенератор II каскада ТГУ 1000К подается отработанный пар от дополнительного пароперегревателя парового котла параметрами 1,3 МПа 320 °С 6 т/ч.

Основные заводские технические характеристики паровой турбины:

Мощность номинальная (максимальная), кВт	1000
Давление пара перед стопорным клапаном турбины, МПа	1,3
Температура пара перед стопорным клапаном турбины, °С	310
Давление пара за турбиной, МПа	<0,05
Температура пара за турбиной, °С	100-110
Расход пара, т/ч	6,55
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 100-110 °С 6 т/ч.

6.4. 2 Паровых конденсатора (бойлера)

На паровые конденсаторы (бойлеры) подается отработанный пар от конденсационного турбогенератора II -го каскада параметрами <0,05 МПа 100-110 °С 6 т/ч.

Основные технические характеристики 2 паровых конденсаторов:

Мощность тепловая утилизации пара, Гкал	2,0
Давление пара на входе, МПа	<0,05
Температура пара на входе, °С	100-110
Давление пара за турбиной, МПа	<0,05
Температура конденсата, °С	80-100
Тепловая энергия на ГВС и отопление, Гкал/ч	1,5
Тип охлаждения	Воздушное

Конденсат паровых конденсаторов подается в питательную систему парового котла ДКВР-7-39-440 на экономайзеры, замыкая технологический круг.

6.5. Вспомогательные системы

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

1. Укомплектовать Энергокомплекс дополнительно геотермальной ступенью 1 МВт электрогенерации турбодетандерами на криогенном (жидкий азот) теплоносителе с использованием остаточного тепла конденсации водяного пара конденсатора (бойлера) и окружающей среды.

2. Укомплектовать Энерокомплекс дополнительно МГД-генераторами выходной электрической мощностью 1 МВт постоянного тока.
3. Укомплектовать Энерокомплекс дополнительно преобразователями постоянного тока МГД-генераторов выходной электрической мощностью 1 МВт переменного тока.
4. Укомплектовать Энерокомплекс дополнительно тепличным комплексом, а также комплексом подсобного хозяйства (птица, животноводство) для разгрузки избытка тепловой энергии.

КОНТАКТЫ: kb-ett@rambler.ru +79105203145

Главный конструктор ИП Архипов, КБ-ЭТТ
Николай Иванович Архипов