

Конструкторское Бюро - "Энергетика. Транспорт. Технологии"



«УТВЕРЖДАЮ»

«23» октября 2023 года
Главный конструктор КБ-ЭТТ,
Архипов Николай Иванович

КОНЦЕПЦИЯ АВТОНОМНОГО ЭКОЛОГИЧНОГО ЭНЕРГОКОМПЛЕКСА ПЕРЕРАБОТКИ СЫРОЙ НЕФТИ, НЕФТЕШЛАМА, ГРУНТА С НЕФТЕПРОДУКТАМИ И ТБО, ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

ПГУ, Паро-газовая Установка 92 МВт
электроэнергии, 2 Гкал тепла, топливо на
продажу

Назначение:
Нефтедобывающая отрасль,
Газодобывающая отрасль,
Торфодобыча и торфопереработка,
Переработка и утилизация ТБО

Разработчики: Архипов Н.И.
Григорьев И.В.
Ильин А.И.



Оглавление

П.п.	Заголовок пункта	Страница
1	Основные тезисы Концепции Энергокомплекса	2
2	Принципиальная схема Энергокомплекса	3
3	Характеристики Энергокомплекса	4
4	Состав Энергокомплекса	7
5	Общее описание технологических цепочек Энергокомплекса	8
6	Этапы реализации Проекта	11
7	Сопутствующее производство	13

1. Основные тезисы Концепции Энергокомплекса

Полная автономность Энергокомплекса, продублированность всех систем и резервирование мощностей;

Экологичность Энергокомплекса, утилизация грунта с нефтепродуктами, отработанных масел, ветоши, переработка разливов нефтепродуктов и ТБО, остатков переработки ТБО;

Альтернативность Энергокомплекса, отсутствие отходов, использование теплотерь и тепла отходящих газов, тепла утилизации горючих ТБО;

Комплексность технологий Энергокомплекса, использование известных комплексных технологий под нужды объекта;

Эффективность Энергокомплекса, полезное использование теплотерь, высокий коэффициент использования топлива (КИТ);

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;

Автоматика Энергокомплекса – широкое внедрение автоматики и роботизации Энергокомплекса;

Финансовая политика при реализации Проекта – отсутствие посредников, продуманность ценообразования, стадийность реализации Проекта, поэтапная поставка оборудования, использование установленной мощности Энергокомплекса на предыдущих этапах реализации Проекта;

Размер требуемых инвестиций – соизмеримый размеру инвестиций при реализации Энергоцентра на основе импортных ГТУ, работающих на сырой нефти;

Мощность максимальная электроэнергии Энергокомплекса – 92 МВт;

Мощность генерации тепловой энергии – 2 Гкал/ч;

Генерация электроэнергии направляется на: потребности объекта и продажу электроэнергии в сеть;

Тепловая мощность отпускается на: ГВС и отопление объекта;

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

Этапы поставки и пуска в эксплуатацию – I-ый, II-ой, III-ий этапы;

Срок изготовления оборудования – до 180 суток;

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

Модернизация Энергокомплекса – возможна с увеличением эффективности и КИТ, коэффициента использования топлива, в отдельном предложении.

2. Принципиальная схема Энергокомплекса

Энергокомплекс выполнен по известной перспективной схеме «Паро-газовая установка» и имеет эффективность:

- Установка топливоподготовки по переработке сырой нефти для выработки легкого топлива газо-турбинным двигателям, тяжелого топлива горелкам парового котла, выработки фракций жидкого топлива от переработки нефтешлама, грунтов с нефтепродуктами, торфа и ТБО;
- Газо-турбинная ступень на двух газо-турбинных двигателях, получающих легкое топливо от Установки топливоподготовки, отдающих плазму горения и тепло паровому котлу;
- Паро-силовая (основная ступень) установка на высоконапорном (с давлением в топке) энергонасыщенном (компактном) паровом котле типа КВГ на водяном теплоносителе и турбогенераторами по каскадной схеме на водяном теплоносителе, вырабатывающая электроэнергию от тепла отходящих газов газо-турбинных двигателей и горения тяжелого топлива в топке парового котла, отдающая остаточную энергию отработанного пара и тепловые потери для полезного использования для нужд Энергокомплекса и объекта;

3. Характеристики Энергокомплекса

3.1. Характеристики мини-ТЭС в максимальном рабочем режиме

№	Характеристика	Ед. изм.	Величина
1	Теплотворная способность потребляемого топлива номинальная	Гкал/ч	$64,94 + 51,67 = 116,61$
2	Теплотворная способность потребляемого ГТУ топлива номинальная	Гкал/ч	64,94
3	Теплотворная способность потребляемого Паровым котлом топлива	Гкал/ч	51,67
4	Генерация электроэнергии номинальная	МВт	96,2
5	Генерация электроэнергии максимальная рабочая	МВт	90,6
6	Потребление электроэнергии на собственные нужды	МВт	4,2
7	Генерация электроэнергии максимальная рабочая полезная	МВт	92,0
8	Генерация электроэнергии ГТУ номинальная	МВт	24,6
9	Генерация электроэнергии ПТУ номинальная	МВт	65,6
10	Генерация электроэнергии ПТУ максимальная рабочая	МВт	60,0
11	Генерация электроэнергии Турбо-газовой установкой максимальная	МВт	6,0
12	Генерация тепла на объект	Гкал/ч	2,0
13	Остаточная тепловая мощность ГТУ на утилизацию	Гкал/ч	33,2
14	Остаточная тепловая мощность отработанного водяного пара на нужды Энергокомплекса и объекта	Гкал/ч	27,0
15	Суммарная мощность бигенерации рабочая максимальная (электроэнергия, тепло)	Гкал/ч	79,9
16	КИТ, Коэффициент использования топлива, электрический и тепловой	-/-	$79,9 / 116,61 = 0,685$

3.2. Характеристики мини-ТЭС в оптимальном рабочем режиме

№	Характеристика	Ед. изм.	Величина
1	Теплотворная способность потребляемого топлива оптимальная рабочая	Гкал/ч	$48,7 + 38,75 = 87,45$
2	Теплотворная способность потребляемого ГТУ топлива оптимальная рабочая (75% номинальной)	Гкал/ч	48,7
3	Теплотворная способность потребляемого Паровым котлом топлива оптимальная рабочая (75% номинальной)	Гкал/ч	38,75
4	Генерация электроэнергии номинальная	МВт	96,2
5	Генерация электроэнергии оптимальная рабочая	МВт	67,8
6	Потребление электроэнергии на собственные нужды	МВт	3,8
7	Генерация электроэнергии оптимальная рабочая полезная	МВт	64,0
8	Резервирование выработки мощности электроэнергии	МВт	28,4

	(29,5%)		
9	Генерация электроэнергии ГТУ оптимальная рабочая	МВт	18,45
10	Генерация электроэнергии ПТУ номинальная	МВт	65,6
11	Генерация электроэнергии ПТУ оптимальная рабочая	МВт	45,0
12	Генерация электроэнергии Турбо-газовой установкой оптимальная рабочая (75% номинальной)	МВт	4,35
13	Генерация тепла на объект	Гкал/ч	2,0
14	Остаточная тепловая мощность ГТУ на утилизацию	Гкал/ч	24,9
15	Остаточная тепловая мощность отработанного водяного пара на нужды Энергокомплекса и объекта	Гкал/ч	20,25
16	Суммарная мощность бигенерации рабочая оптимальная (электроэнергия, тепло)	Гкал/ч	60,2975
17	КИТ, Коэффициент использования топлива, электрический и тепловой	-/-	0,6895

3.3. Характеристики Энергокомплекса в максимальном рабочем режиме

№	Характеристика	Ед. изм.	Величина
1	Количество потребляемой Энергокомплексом нефти	Тонна/ч	11,661+0,639= =12,3
2	Теплотворная способность потребляемой Энергокомплексом нефти (при 10000 ккал/кг)	Гкал/ч	123,0
3	Теплотворная способность потребляемого Установкой топливоподготовки нефти	Гкал/ч	6,39
4	Теплотворная способность потребляемого мини-ТЭС топлива номинальная	Гкал/ч	64,94+51,67= =116,61
5	Теплотворная способность потребляемого ГТУ топлива номинальная	Гкал/ч	64,94
6	Теплотворная способность потребляемого Паровым котлом топлива	Гкал/ч	51,67
7	Генерация электроэнергии номинальная	МВт	96,2
8	Генерация электроэнергии максимальная рабочая	МВт	90,6
9	Потребление электроэнергии на собственные нужды	МВт	6,6
10	Генерация электроэнергии ГТУ номинальная	МВт	24,6
11	Генерация электроэнергии ПТУ номинальная	МВт	65,6
12	Генерация электроэнергии ПТУ максимальная рабочая	МВт	60,0
13	Генерация электроэнергии Турбо-газовой установкой максимальная	МВт	6,0
14	Генерация тепла на объект	Гкал/ч	2,0
15	Остаточная тепловая мощность ГТУ на утилизацию	Гкал/ч	33,2
16	Остаточная тепловая мощность отработанного водяного пара на нужды Энергокомплекса и объекта	Гкал/ч	27,0
17	Суммарная мощность бигенерации рабочая	Гкал/ч	79,9

	максимальная полезная (электроэнергия, тепло)		
18	КИТ, Коэффициент использования топлива, электрический и тепловой	-/-	79,9/123,0= =0,65

3.4. Характеристики Энергокомплекса в оптимальном рабочем режиме (без продажи топлива)

№	Характеристика	Ед. изм.	Величина
1	Количество потребляемой Энергокомплексом нефти	Тонна/ч	9,225
2	Теплотворная способность потребляемой Энергокомплексом нефти (при 10000 ккал/кг)	Гкал/ч	92,25
3	Теплотворная способность потребляемого Установкой топливоподготовки нефти	Гкал/ч	4,79
4	Теплотворная способность потребляемого топлива оптимальная рабочая	Гкал/ч	48,7+38,75= =87,45
5	Теплотворная способность потребляемого ГТУ топлива оптимальная рабочая (75% номинальной)	Гкал/ч	48,7
6	Теплотворная способность потребляемого Паровым котлом топлива оптимальная рабочая (75% номинальной)	Гкал/ч	38,75
7	Генерация электроэнергии номинальная	МВт	96,2
8	Генерация электроэнергии оптимальная рабочая	МВт	67,8
9	Потребление электроэнергии на собственные нужды	МВт	6,0
10	Генерация электроэнергии оптимальная рабочая полезная	МВт	61,8
11	Резервирование выработки мощности электроэнергии (29,5%)	МВт	28,4
12	Генерация электроэнергии ГТУ оптимальная рабочая	МВт	18,45
13	Генерация электроэнергии ПТУ номинальная	МВт	65,6
14	Генерация электроэнергии ПТУ оптимальная рабочая	МВт	45,0
15	Генерация электроэнергии Турбо-газовой установкой оптимальная рабочая	МВт	4,35
16	Генерация тепла на объект	Гкал/ч	2,0
17	Остаточная тепловая мощность ГТУ на утилизацию	Гкал/ч	24,9
18	Остаточная тепловая мощность отработанного водяного пара на нужды Энергокомплекса и объекта	Гкал/ч	20,25
19	Суммарная мощность бигенерации рабочая оптимальная полезная (электроэнергия, тепло)	Гкал/ч	60,2975
20	КИТ, Коэффициент использования топлива, электрический и тепловой	-/-	60,2975/92,25= =0,6536

4. Состав Энергокомплекса

Энергокомплекс имеет в своем составе:

1. Кавитационные модули, входящие в состав Установки топливоподготовки, служащие для увеличения выхода светлых фракций из перерабатываемой сырой нефти;
2. Установка топливоподготовки по переработке обработанной Кавитационным модулем нефти ректификационными колоннами для выработки легкого топлива газо-турбинным двигателям, тяжелого топлива горелкам Парового котла;
3. Утилизационные Пиролизные установки со Станцией разделения фракций конденсацией (СРФК), входящие в состав Установки топливоподготовки, для переработки нефтешлама, грунтов с нефтепродуктами, торфа и ТБО с выработкой легкого топлива газо-турбинным двигателям, тяжелого топлива горелкам Парового котла;
4. Газо-турбинная ступень на 2 газо-турбинных двигателях с электрогенераторами, работающих на легком топливе от Установки топливоподготовки, вырабатывающих переменный ток, отдающих плазму горения и тепло Паровому котлу;
5. Паровой морской (судовой, корабельный) высоконапорный (с давлением в топке) энергонасыщенный (компактный) котёл типа КВГ на водяном теплоносителе с турбо-газовой электрогенераторной установкой, вырабатывающий перегретый пар высоких параметров для турбогенераторов, отдающий остаточное тепло и теплопотери для нужд Энергокомплекса и объекта;
6. Турбогенераторные многоступенчатые противодавленческие (3 турбины) и конденсационные (2 турбины) установки на водяном теплоносителе, включенные по пару в технологическую цепочку с напорным (с давлением в топочном пространстве) Паровым котлом на водяном теплоносителе, соединенные между собой по каскадной схеме, вырабатывающие переменный электрический ток;
7. Турбо-газовая электрогенераторная установка;
8. Вспомогательное и дополнительное оборудование.

5. Общее описание технологических цепочек Энергокомплекса

Технологические циклы Энергокомплекса:

- Открытый цикл обработки сырой нефти Кавитационными модулями с топливными насосными станциями, осуществляющий забор сырой нефти на переработку, обработку сырой нефти для получения большего количества выхода светлых фракций из перерабатываемой нефти;
- Открытый цикл переработки нефти, обработанной Кавитационными модулями, нефтеперегонными ректификационными колоннами с печами, содержащий подогреватели нефти, ёмкости для хранения фракций нефти, насосное оборудование;
- Открытый цикл переработки нефтешлама, грунтов с нефтепродуктами, разливов нефтепродуктов, торфа и ТБО пиролизными установками с дальнейшей подачей испарившихся газов на Станцию разделения фракций конденсацией (СРФК), содержащий загрузочные устройства, ёмкости для хранения фракций нефти, насосное оборудование;
- Открытый газовый цикл с получением электроэнергии Газо-турбинными установками и дальнейшей полезной утилизацией их остаточного тепла, полезным использованием их остаточного тепла продуктов горения в Паровом котле типа КВГ по утилизационной схеме, использованием тепла горения мазутных горелок Парового котла типа КВГ, полезным использованием энергии наддува воздуха газо-турбинных двигателей, Турбо-газовая электрогенераторная установка высоконапорного Парового котла, снятием остаточной тепловой энергии утилизационным котлом;
- Замкнутый цикл с получением электроэнергии и тепла водяного теплоносителя высоконапорного парового котла типа КВГ, принимающего остаточную тепловую энергию Газо-турбинных установок, и вырабатывающий перегретый пар для противодавленческих и конденсационных турбогенераторов по каскадной схеме, подающих отработанный пар в конденсаторы и дальнейшего питания Парового высоконапорного котла конденсатом;
- Технологические циклы дополнительных и вспомогательных систем.

5.1. Технологический цикл Кавитационных модулей

Технологический открытый цикл Кавитационных модулей включает в себя, перечисляются по порядку следования в технологическом цикле:

- топливные насосы;
- кавитатор;
- автоматика.

5.2. Технологический цикл Нефтеперегонных ректификационных колонн

Технологический открытый цикл Нефтеперегонных ректификационных колонн включает в себя, перечисляются по порядку следования в технологическом цикле:

- Подогреватели обработанной Кавитационным модулем нефти;
- Печи для испарения подогретой и обработанной Кавитационным модулем нефти;
- Ректификационные нефтеперегонные колонны;
- Ёмкости для хранения фракций нефти;
- Насосное оборудование.

5.3. Технологический цикл Пиролизных установок со Станцией разделения фракций конденсацией (СРФК)

Технологический открытый цикл Пиролизных установок со Станцией разделения фракций конденсацией (СРФК) включает в себя, перечисляются по порядку следования в технологическом цикле:

- Загрузочные устройства;
- Печи Пиролизных установок для нагрева сырья и обеспечения химической реакции пиролиза перерабатываемого сырья;
- Пиролизные установки для осуществления химической реакции пиролиза перерабатываемого сырья;
- Станция разделения фракций конденсацией, в ступенях которой происходит конденсация и отвод определенной фракции пиролизных газов;
- Ёмкости для хранения фракций нефти;
- Насосное оборудование.

5.4. Технологический газовый цикл горения топлива

Технологический открытый газовый цикл горения топлива включает в себя, перечисляются по порядку следования в технологическом цикле:

- Воздухозаборники;

- Газо-турбинные двигатели с электрогенераторами;
- Паровой высоконапорный (с давлением в топке) котёл типа КВГ по утилизационной схеме, для полезного использования остаточного тепла продуктов горения, использования тепла горения мазутных горелок Парового котла типа КВГ и выработки энергии перегретого водяного пара, направляемого на турбогенераторы;
- Турбо-газовая электрогенераторная установка высоконапорного Парового котла для полезного использования энергии наддува воздуха газо-турбинных двигателей;
- Утилизационный котёл;
- Дымовая труба без дымососа.

5.5. Технологический цикл паро-силового оборудования водяного теплоносителя

Технологический замкнутый цикл паро-силового оборудования водяного теплоносителя включает в себя, перечисляются по порядку следования в технологическом цикле:

- Паровой высоконапорный (с давлением в топке) энергонасыщенный (компактный) котёл для выработки энергии перегретого пара;
- Турбогенераторные многоступенчатые противодавленческие установки на водяном теплоносителе, включенные по пару в технологическую цепочку каскадно с Паровыми котлами типа КВГ на водяном теплоносителе, вырабатывают из энергии пара водяного теплоносителя электрическую энергию, передают далее пар водяного теплоносителя пониженного давления и температуры;
- Турбогенераторные многоступенчатые конденсационные установки на водяном теплоносителе, включенные по пару в технологическую цепочку каскадно с турбогенераторными многоступенчатыми противодавленческими установками на водяном теплоносителе, вырабатывают из энергии пара криогенного теплоносителя электрическую энергию, передают далее пар криогенного теплоносителя низкого давления и температуры;
- Конденсаторы водяного пара для конденсации отработанного водяного пара после паровых конденсационных турбогенераторов с полезным отводом остаточной тепловой энергии;
- Деаэрационная установка с системой водоподготовки и питательным насосом осуществляет замыкание технологического цикла.

5.6. Технологические циклы дополнительных и вспомогательных систем

Технологические циклы дополнительных и вспомогательных систем выполняются в зависимости от технологических параметров Энергокомплекса.

6. Этапы реализации Проекта

I-ый этап

Поставка и ввод в эксплуатацию:

- Первая 1/3 часть Установки топливopодготовки с ректификационными колоннами;
- Первая 1/3 часть Пиролизных установок со Станцией разделения фракций конденсацией (СРФК) Установки топливopодготовки;
- Первая газо-турбинная установка (ГТУ) с электрогенератором;
- Блок Парового высоконапорного (с давлением в топке) котла типа КВГ;
- Первая Турбогенераторная конденсационная установка;
- Необходимые вспомогательные и дополнительные системы первого этапа энергоблока.

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

Полученное топливо от Установки топливopодготовки частично реализуется на продажу (дизельное топливо, авиационный керосин и флотский мазут), остальная часть сжигается в ГТУ (легкие фракции) и горелках Парового высоконапорного котла (тяжелые фракции) Энергокомплекса.

II-ой этап

Поставка и ввод в эксплуатацию:

- Вторая 1/3 часть Установки топливopодготовки с ректификационными колоннами;
- Вторая 1/3 часть Пиролизных установок со Станцией разделения фракций конденсацией (СРФК) Установки топливopодготовки;

- Вторая Газо-турбинная установка (ГТУ) с электрогенератором;
- Противодавленческий турбогенератор;
- Необходимые вспомогательные и дополнительные системы второго этапа.

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

Полученное топливо от Установки топливоподготовки частично реализуется на продажу (дизельное топливо, авиационный керосин и флотский мазут), остальная часть сжигается в ГТУ (легкие фракции) и горелках Парового высоконапорного (с давлением в топке) котла (тяжелые фракции) Энергокомплекса.

III-ий этап

Поставка и ввод в эксплуатацию:

- Третья 1/3 часть Установки топливоподготовки с ректификационными колоннами;
- Третья 1/3 часть Пиролизных установок со Станцией разделения фракций конденсацией (СРФК) Установки топливоподготовки;
- Турбо-газовая электрогенераторная установка Парового высоконапорного (с давлением в топке) котла типа КВГ;
- Утилизационный паровой котел;
- Турбогенераторные противодавленческие и конденсационная установки;
- Необходимые вспомогательные и дополнительные системы третьего этапа.

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

Полученное топливо от Установки топливоподготовки частично реализуется на продажу (дизельное топливо, авиационный керосин и флотский мазут), остальная часть сжигается в ГТУ (легкие фракции) и горелках Парового высоконапорного (с давлением в топке) котла (тяжелые фракции) Энергокомплекса.

7. Сопутствующее производство

Сопутствующее производство для реализации:

- Полученное дизельное топливо от Установки топливopодготовки;
- Полученный авиационный керосин от Установки топливopодготовки;
- Полученный флотский мазут от Установки топливopодготовки;
- Утилизация ТБО, отработанных масел, РТИ, грунтов с нефтепродуктами;
- Переработка торфа и других твердых горючих субстанций, переработка льяльных и сточных вод судов и танкеров;
- Полученные бензины от дополнительно устанавливаемого оборудования Установки топливopодготовки;
- Полученные масла от дополнительно устанавливаемого оборудования Установки топливopодготовки.

КОНТАКТЫ: kb-ett@rambler.ru +79105203145

Главный конструктор КБ-ЭТТ

Николай Иванович Архипов