

**Саратовский Государственный Технический Университет
им.Гагарина Ю.А.**

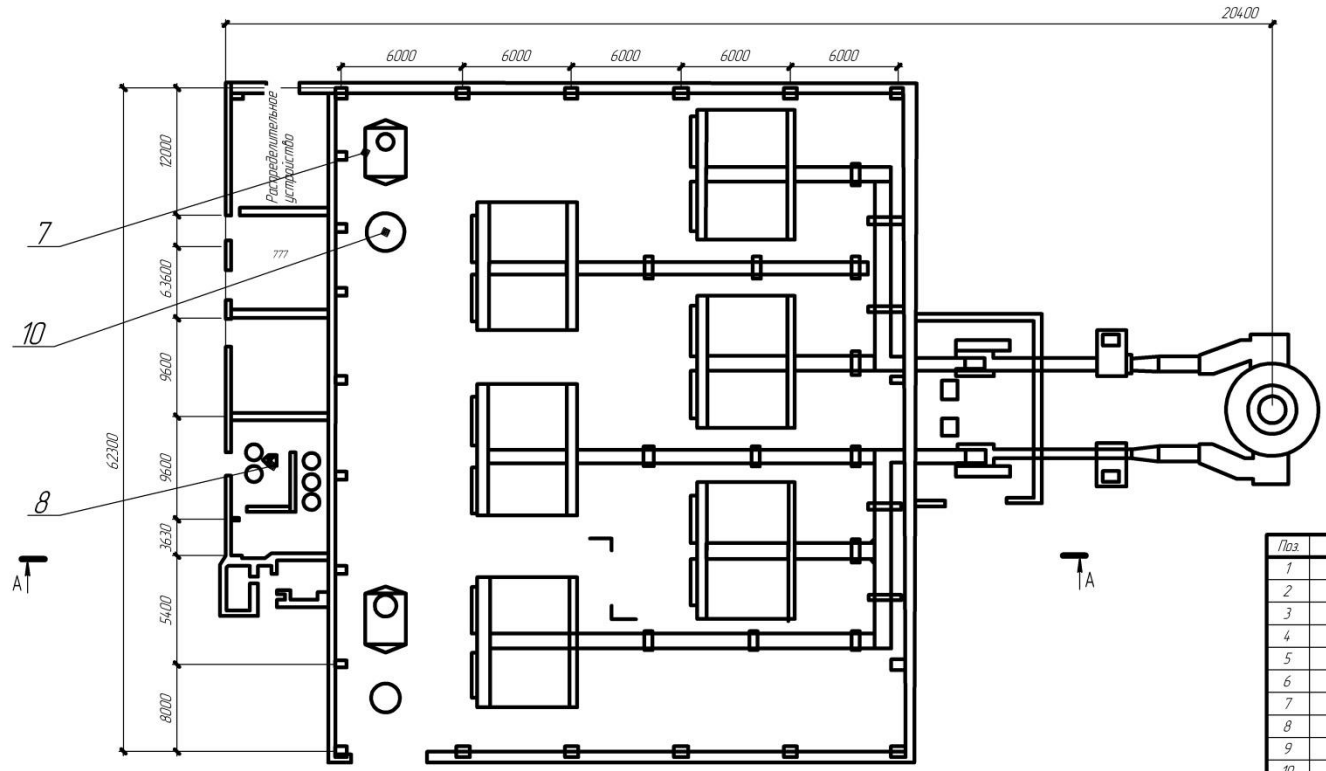
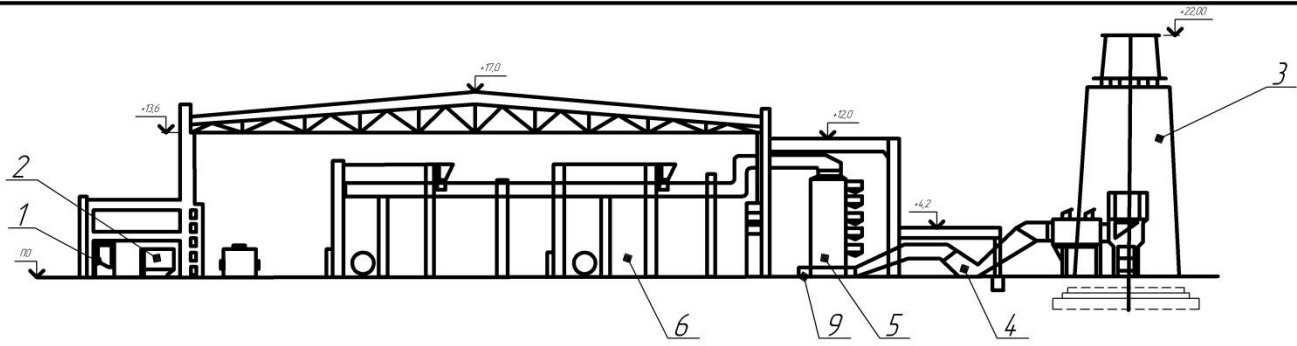
**Выпускная квалификационная работа
на тему:
«Оценка потенциала утилизации ВЭР за
нагревательными печами»**

**Выполнил: студент группы б1-ТПЭН41
Киреев А.Е.**

**Руководитель: к.т.н, доц. каф. «ПТ»
Озеров Н.А.**

• Саратов 2020

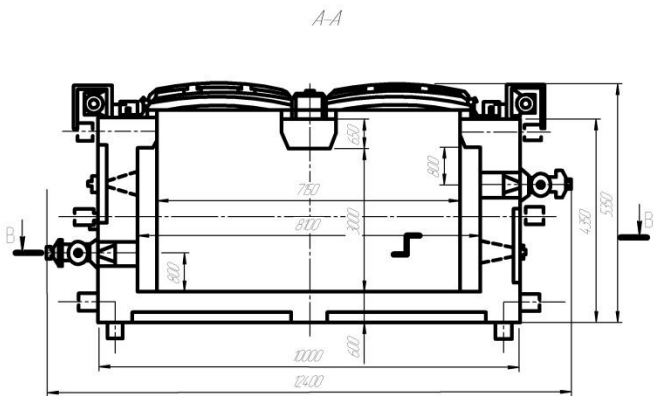
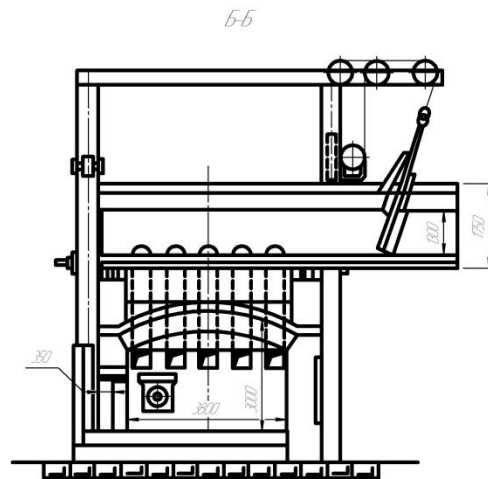
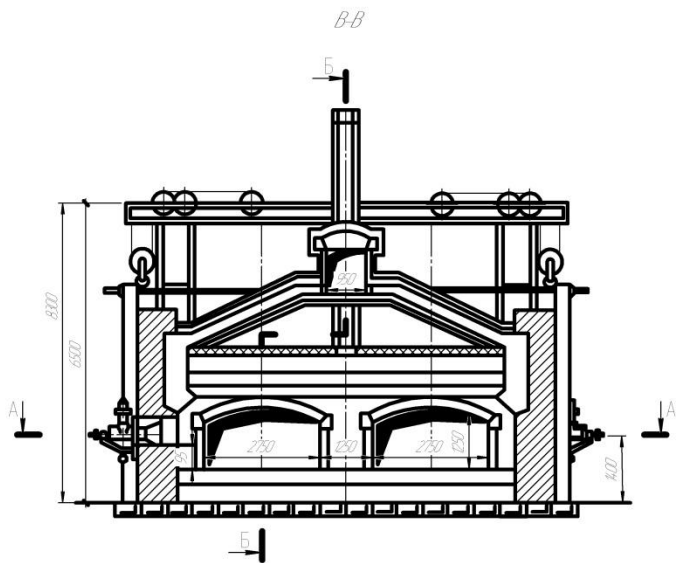
КФБН 550000 945 РЗ



Поз.	Наименование	Кол.	Примечание
1	Бак дренаж с раствором соли	2	
2	Фильтр катионитовый	3	
3	Выбыва труба	1	
4	Дымосос	1	
5	Котел утилизатор	2	
6	Печь	6	
7	Деаэратор	2	
8	Насос сырой воды	1	
9	Насос питательный	2	
10	Бак очищенной воды	2	

КФБН 550000 945 РЗ			
Исполн.	М.И.Сидорова	М.И.Сидорова	М.И.Сидорова
Провер.	М.И.Сидорова	М.И.Сидорова	М.И.Сидорова
Диз.	М.И.Сидорова	М.И.Сидорова	М.И.Сидорова
Контр.	М.И.Сидорова	М.И.Сидорова	М.И.Сидорова
Инженер	М.И.Сидорова	М.И.Сидорова	М.И.Сидорова
Мех.	М.И.Сидорова	М.И.Сидорова	М.И.Сидорова
Нагревательная печь		Лист 1	
план разрез цеха		1/200	
Схема энергетической принципиальной		Лист 1	
Котел утилизатор		Лист 1	
Деаэратор		Лист 1	
Насос сырой воды		Лист 1	
Насос питательный		Лист 1	
Бак очищенной воды		Лист 1	
Котел утилизатор		Лист 1	
Деаэратор		Лист 1	
Насос сырой воды		Лист 1	
Насос питательный		Лист 1	
Бак очищенной воды		Лист 1	

КФБН 550200 945 В0

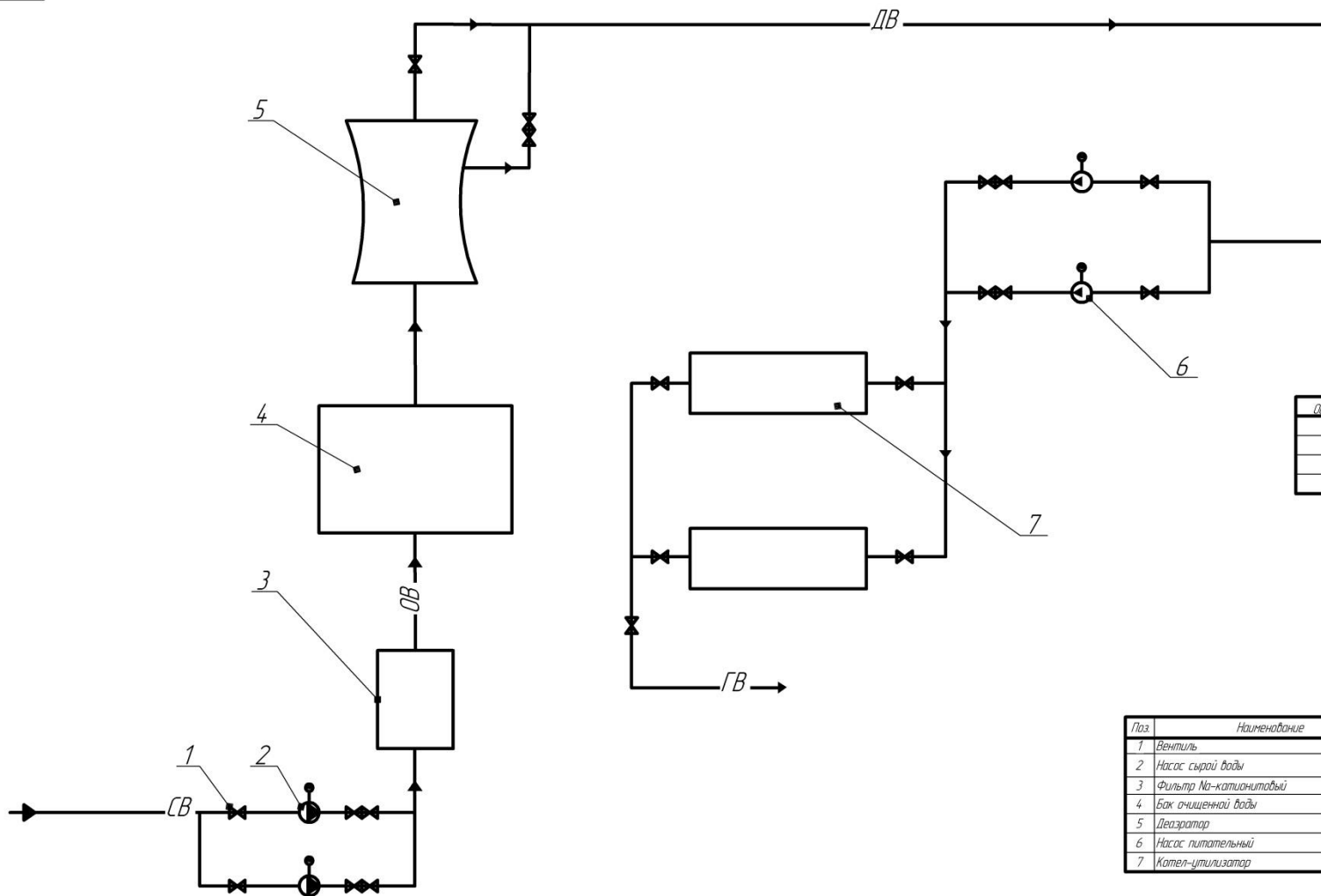


Технические характеристики	
Производительность печи	320 кг/ч
Температура нагрева заготовки	950 °С
Объемность нагрева	57 л/ч
КПД печи	38 %
Температура воздуха самота	96 °С
Рабочая площадь	0,023 м²/с

-  - Грант
-  - Красный кирпич
-  - Шамотный кирпич

КФБН 550200 945 В0			
Масштаб	1:1	Лист	150
Нагревательная печь	разрезы	Чертеж общего вида	Формат А1
Контур	Деталь	Контур	Формат А1

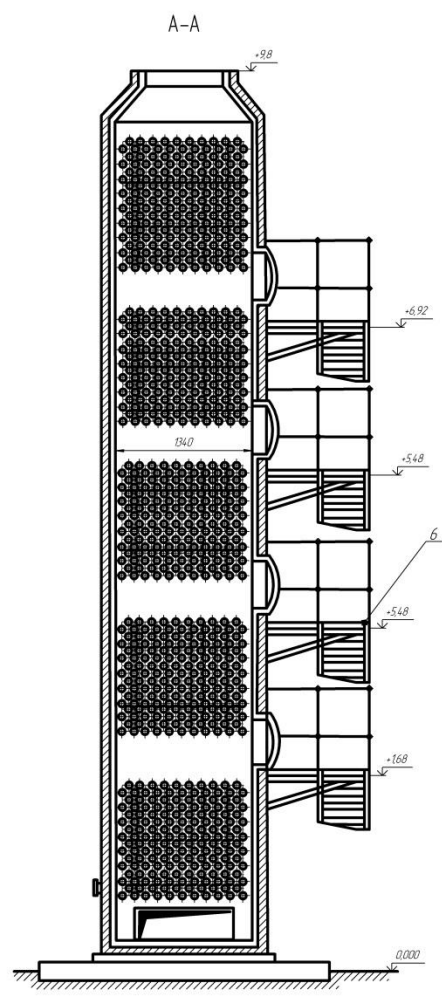
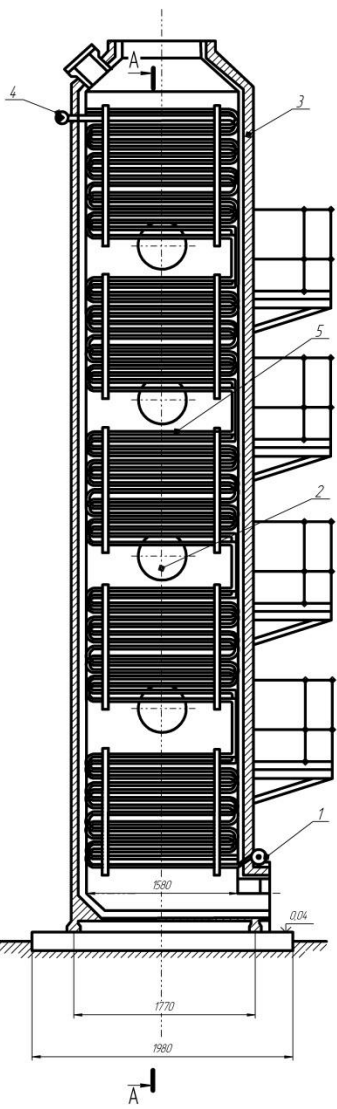
КФБН 550000 945 С2



Обозначение	Наименование
СВ	Сырая вода
ОВ	Очищенная вода
ДВ	Деаэрированная вода
ГВ	Горячая вода

Поз.	Наименование	Кол.	Примечание
1	Вентиль	22	
2	Насос сырой воды	2	
3	Фильтр Na-катионитовый	1	
4	Бак очищенной воды	1	
5	Деаэратор	1	
6	Насос питательный	2	
7	Котел-утилизатор	2	

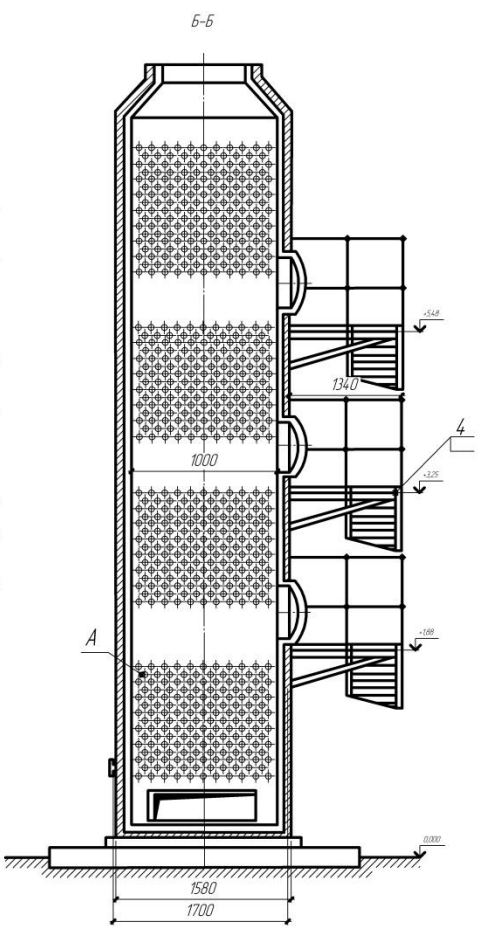
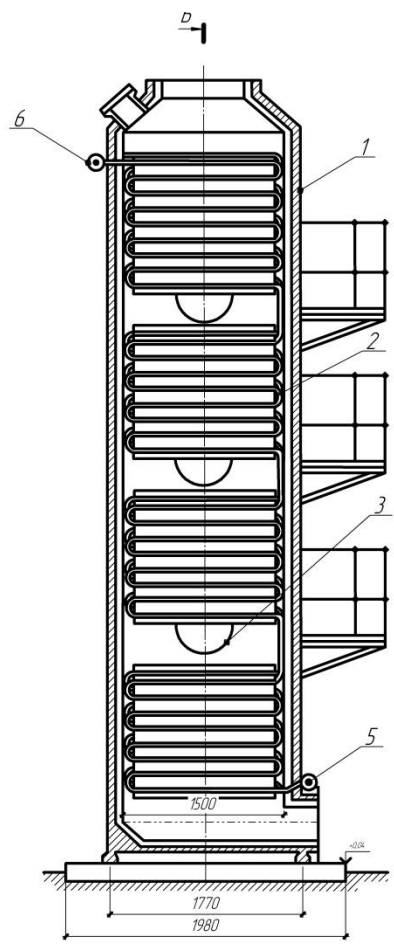
КФБН 550000 945 С2			
Нагревательная печь			
схема утилизации принципиальная			
Матр.	Исполн.	Масштаб	Лист
Исполн.	Провер.	Дата	Всего листов
Исполн.	Провер.	Дата	Лист
Исполн.	Провер.	Дата	Лист
81-ТПЭН41			Листов 11



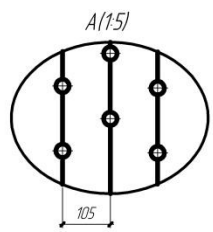
Поз.	Наименование	Кол.	Примечание
1	Изоляция	1	
2	Звездик	1	
3	Лок	4	
4	Лестничная площадка	4	
5	Входной коллектор	1	
6	Выходной коллектор	1	

Техническая характеристика

1. Внутренняя поверхность нагрева 4,0 тн²
2. Температура выходящих газов на выходе 850°C
3. Температура выходящих газов на выходе 120°C
4. Коэффициент теплопроводности 74 Вт/(м·К)
5. Температура воды на входе 15°C
6. Температура воды на выходе 60°C
7. Количество пакетов 5 шт.



Б



Поз.	Наименование	Кол.	Прим.
1	Изоляция	1	
2	Звездик	1	
3	Лок	1	
4	Лестничная площадка	3	
5	Входной коллектор	1	
6	Выходной коллектор	1	

Техническая характеристика КУ	
Внутренняя поверхность нагрева м ²	36,3
Температура выходящих газов на выходе °C	850
Температура выходящих газов на выходе °C	120
Коэффициент теплопроводности Вт/(м·К)	83
Температура воды на входе °C	15
Температура воды на выходе °C	65
Количество пакетов шт	4

Гладкотрубный котел-утилизатор		Мембранный котел-утилизатор	
Наименование величины	Значение	Наименование величины	Значение
Температура газов на входе, °С	850	Температура газов на входе, °С	850
Температура газов на выходе, °С	120	Температура газов на выходе, °С	120
Тепловосприятие по балансу, кДж	1016	Тепловосприятие по балансу, кДж	1016
Температура воды на входе, °С	15	Температура воды на входе, °С	15
Температура воды на выходе, °С	65	Температура воды на выходе, °С	65
Средний температурный напор, °С	338	Средний температурный напор, °С	338
Скорость газов, м/с	8,0	Скорость газов, м/с	8,0
Коэффициент теплоотдачи конвекцией, Вт/(м ² ·К)	83,52	Коэффициент теплоотдачи конвекцией, Вт/(м ² ·К)	84,31
Коэффициент теплоотдачи излучением, Вт/(м ² ·К)	3,46	Коэффициент теплоотдачи излучением, Вт/(м ² ·К)	3,47
Скорость воды, м/с	0,479	Скорость воды, м/с	0,479
Коэффициент теплопередачи, Вт/(м ² ·К)	73,94	Коэффициент теплопередачи, Вт/(м ² ·К)	82,86
Внутренняя поверхность нагрева, м ²	40,65	Внутренняя поверхность нагрева, м ²	36,27
Число рядов труб, шт.	72	Число рядов труб, шт.	64
Глубина пакета, м	5,6	Глубина пакета, м	5,0

Экологический раздел

Уменьшая количество уносов с помощью природоохранных мероприятий на 30 %, получаем плату за загрязнение атмосферы 17 тыс. руб/год

С учётом природоохранных мероприятий экономический ущерб от вредных сбросов в гидросферу составит 22,3 тыс.руб/год

Безопасность технологического процесса

Пожаровзрывобезопасность

Защита от механических повреждений

Воздействие на человека теплового излучения

Вентиляция производственных помещений

Воздействие на человека шума и вибрации

Электробезопасность

Производственная санитария

Требования к освещению на предприятии

Годовые эксплуатационные издержки

$$I_{\Gamma} = I_{\text{В}} + I_{\text{ЭЭ}} + I_{\text{ЗП}} + I_{\text{СН}} + I_{\text{АМ}} + I_{\text{Р}} + I_{\text{ПР}} + \text{У}$$

Себестоимость полученной продукции

$$S_1 = \frac{I_{\Gamma}}{P}$$

Интегральный эффект

$$\mathcal{E}_t = \text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (R_t - I_t) \cdot \alpha_t - K$$

Индекс доходности

$$\text{ИД} = \frac{\sum_{t=0}^T (R_t - I_t) \cdot \alpha_t}{K} = \frac{\sum_{t=0}^T (I_1 - I_2) \cdot \alpha_t}{K}$$

Ожидаемые технико-экономические показатели проекта

ЛТ 56-00005-19/01
КФБН 550000 945 Д1

8

Наименование показателя	Единица измерения	Величина показателя
Тепловая мощность котло-утилизаторов	МВт	3,2
Число часов использования установленной мощности	час	8040
Годовая выработка тепла установкой	ГДж/год	66040
Численность персонала	чел.	8
Инвестиции в проект	млн.руб	4,5
Годовые издержки, в т.ч.	тыс.руб./год	4 799,8
Издержки на воду	тыс.руб./год	1769,2
Издержки на электроэнергию	тыс.руб./год	1754
Издержки на ремонт	тыс.руб./год	180
Затраты на оплату труда	тыс.руб./год	490
Отчисления на социальные нужды	тыс.руб./год	147
Амортизация основных фондов	тыс.руб./год	540
Прочие затраты.		36,6
Платежи за НДС	тыс.руб./год	40
Удельная себестоимость производства тепловой энергии	руб./ГДж	134
Валовая прибыль	млн.руб./год	12,28
Налог на прибыль	млн.руб./год	6,9
Чистая прибыль	млн.руб./год	5,68
Интегральный эффект (ЧДД) за 10 лет	млн.руб	28,16
Индекс доходности	руб./руб	7,25
Срок окупаемости	год	1,5

КФБН 550000 945 Д1		Ожидаемые технико-экономические показатели	
№ п/п	Наименование	Единица измерения	Значение
1	Инвестиции в проект	млн.руб	4,5
2	Годовые издержки	тыс.руб./год	4 799,8
3	Чистая прибыль	млн.руб./год	5,68
4	Интегральный эффект (ЧДД) за 10 лет	млн.руб	28,16
5	Индекс доходности	руб./руб	7,25
6	Срок окупаемости	год	1,5

ЛТ 56-00005-19/01
КФБН 550000 945 Д1
01-ТЭЭЧ.1
Формат: А1

Заключение

В ходе выполнения ВКР были проведены расчеты гладкотрубного и оребренного котла утилизатора мощностью 3,2МВт, произведен расчет плат за выбросы в окружающую среду и технико-экономическое обоснование подтверждающее целесообразность капитальных вложений.

Срок окупаемости проекта, с учетом затрат времени на проектирование, согласование и монтаж составляет 1,5 года. Интегральный эффект равен 28,16 млн.руб.. Индекс доходности составляет 7,25 руб./руб.