

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

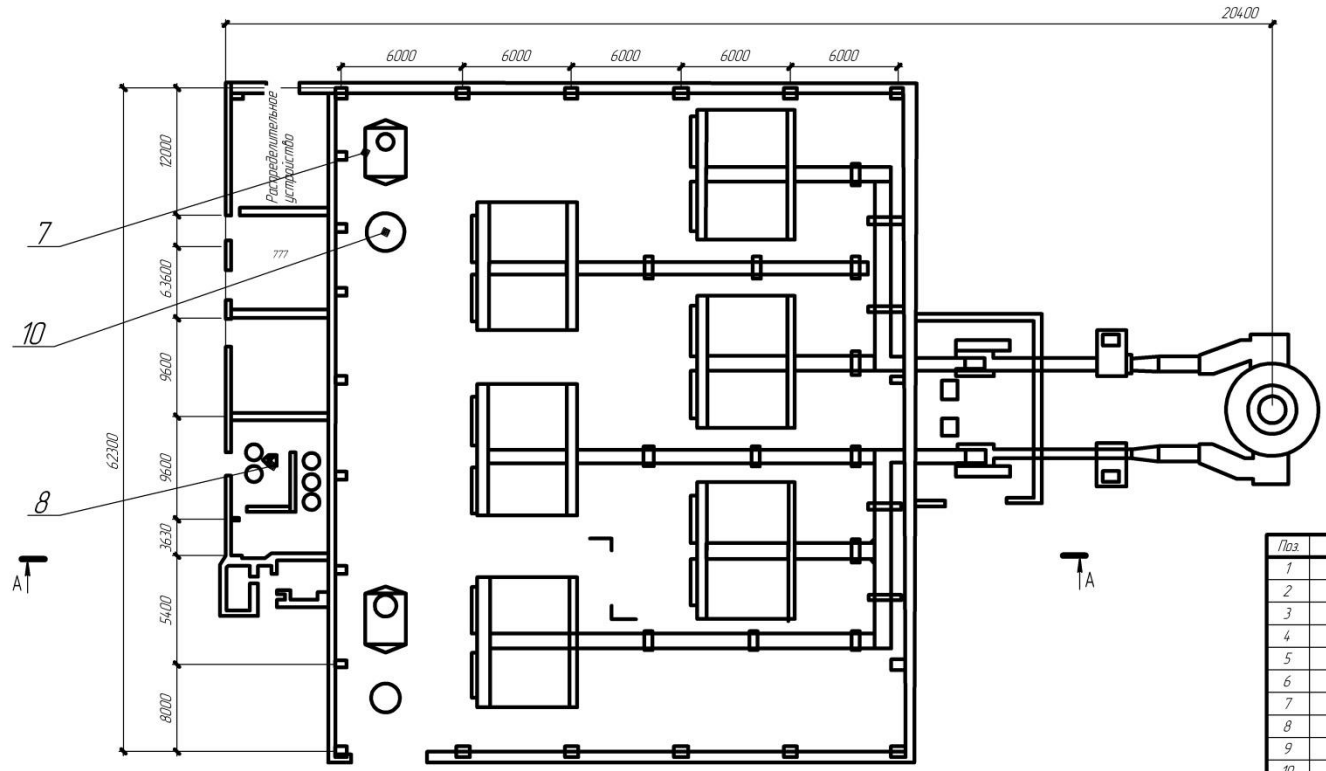
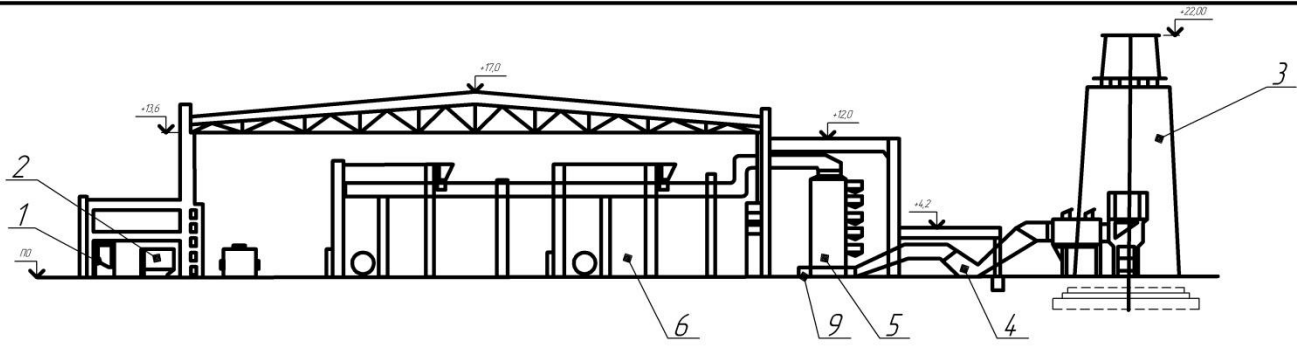
**Выпускная квалификационная работа  
на тему:  
«Оценка потенциала утилизации ВЭР за  
нагревательными печами»**

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

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

**• Саратов 2020**

КФБН 550000 945 РЗ

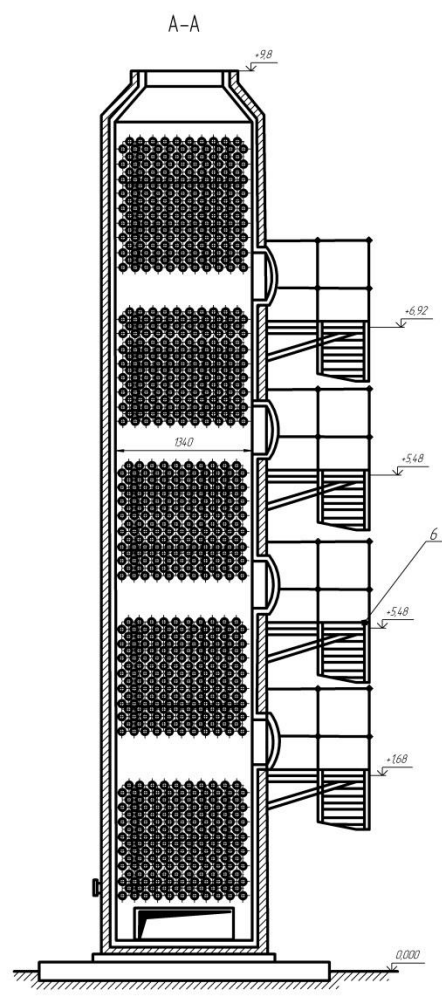
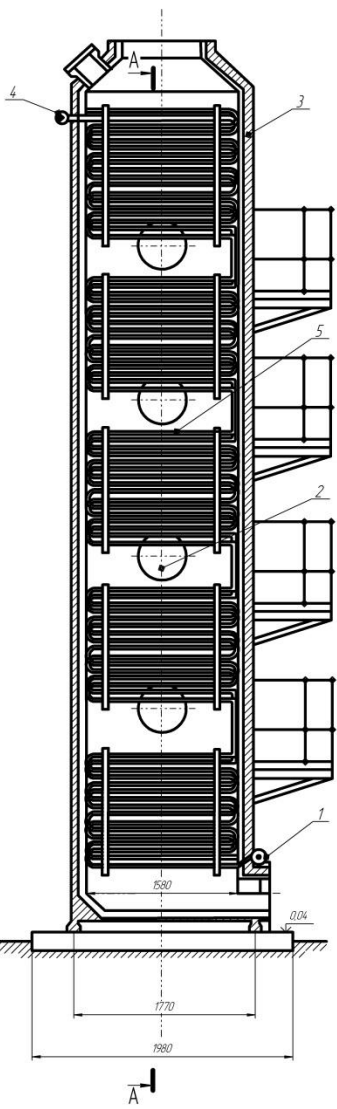


Поз.	Наименование	Кол.	Примечание
1	Бак дренаж с раствором соли	2	
2	Фильтр катионитовый	3	
3	Выбыва труба	1	
4	Дымосос	1	
5	Котел утилизатор	2	
6	Печь	6	
7	Деаэратор	2	
8	Насос сырой воды	1	
9	Насос питательный	2	
10	Бак очищенной воды	2	

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 из 1	
план разрез цеха		1:200	
Схема энергетической принципиальной		Лист 1 из 1	
Эксперт		Эксперт	
Инж.		Инж.	
Котур2000		Формат А1	



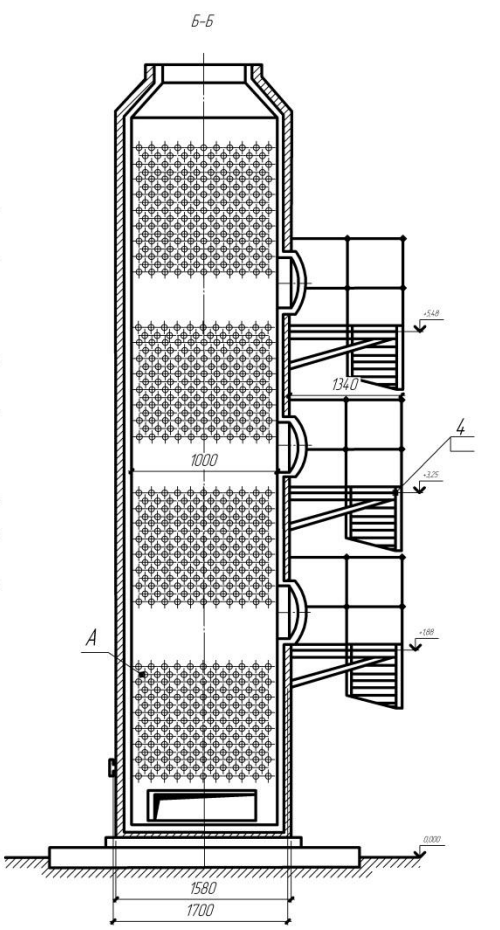
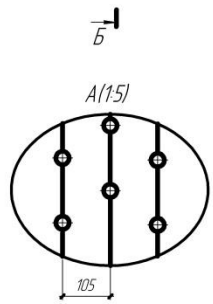
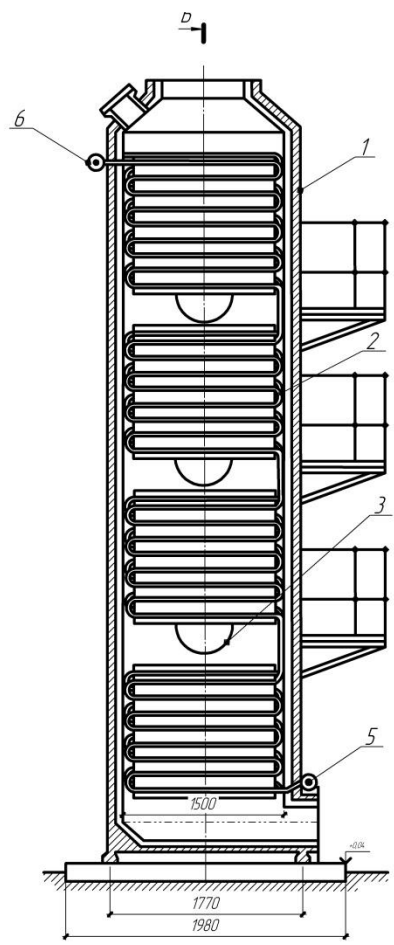




Поз.	Наименование	Кол.	Примечание
1	Изоляция	1	
2	Звездик	1	
3	Лок	4	
4	Лестничная площадка	4	
5	Входной коллектор	1	
6	Выходной коллектор	1	

**Техническая характеристика**

1. Внутренняя поверхность нагрева 4,0 тн<sup>2</sup>
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.



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 <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup> ·К)	83,52	Коэффициент теплоотдачи конвекцией, Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	84,31
Коэффициент теплоотдачи излучением, Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	3,46	Коэффициент теплоотдачи излучением, Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	3,47
Скорость воды, м/с	0,479	Скорость воды, м/с	0,479
Коэффициент теплопередачи, Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	73,94	Коэффициент теплопередачи, Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	82,86
Внутренняя поверхность нагрева, м <sup>2</sup>	40,65	Внутренняя поверхность нагрева, м <sup>2</sup>	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

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





## 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.