



БГТУ
им. В. Г. Шухова



Выпускная квалификационная работа
бакалавра
на тему
**Разработка способа утилизации ВЭР
обжиговых печей**

Направление 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Студент группы ЭТд -51(02) Лягинов Антон Юрьевич
Руководитель ВКР доц. Губарева Валентина Васильевна

Белгород 2020

Цель и задачи работы

Целью ВКР является

разработка мероприятий по более глубокой утилизации тепла отходящих газов после регенераторов стекловаренных печей.

Мы предлагаем осуществить это путем ступенчатого использования отходящих газов в технологических установках данного производства.

Задачи работы:

- Теплотехнический расчет сушильной установки «кипящего» слоя
- Расчет вспомогательного оборудования
- Теплотехнический расчет пластинчатого теплообменника
- Анализ мероприятий по безопасности и охране труда
- Определение технико-экономических показателей

Обоснование предлагаемых мероприятий

Проблема поиска решений в сфере энергосбережения наиболее актуальна на данный момент. Вторичными энергоресурсами располагают большинство отраслей промышленности, имеющие теплотехнологические установки, особенно, высоко-температурные.

Современный уровень развития производства и техники дает возможность за счет использования ВЭР сократить потери энергии до 10... 15 % от расхода первич-ных топливно-энергетических ресурсов.

Стекловаренная промышленность – одна из самых энергоемких отраслей. Поэтому после печи, как правило, используют те или иные теплоутилизационные установки, чаще всего, регенеративные воздухоподогреватели. Но даже после них отходящие газы имеют достаточно высокую температуру и нередко сбрасываются в окружающую среду. Таким образом теряется большой энергетический потенциал, что не только невыгодно экономически, но и приводит к загрязнению окружающей среды

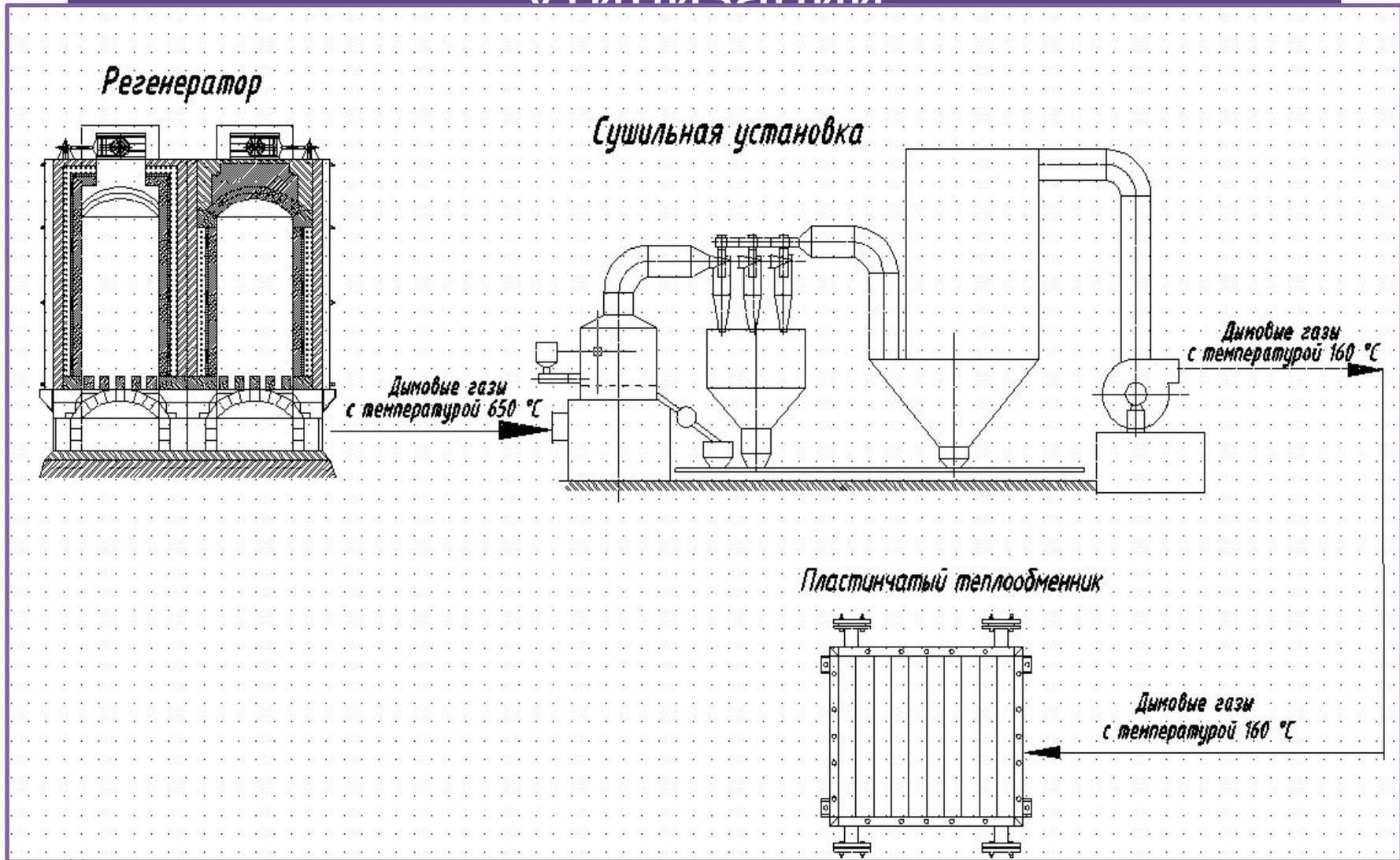
Мы предлагаем следующую схему. Отработанные дымовые газы, после регенераторов стекловаренных печей с температурой 650°С используются в сушилке для сушки кварцевого песка, необходимого в технологии стекла.

Выходящие из сушилки, отработанные газы с температурой 160°С будут пода-ваться в пластинчатый теплообменник для подогрева воды, которая будет исполь-зоваться в системе горячего водоснабжения производственного корпуса (слайд 4).

Теплотехнологическая схема

4

УТИЛИЗАЦИИ



К установке мы предлагаем сушилку «кипящего» (псевдоожигенного) слоя. Такие сушилки применяют для сушки зернистых сыпучих материалов.

Они характеризуются большей по сравнению с другими поверхностью контакта между материалом и сушильным агентом и меньшим (до нескольких минут) временем сушки.

Съем влаги с газораспределительной решетки в зависимости от размера частиц материала и температурного режима сушки составляет 500...3000 кг/(м² · ч).

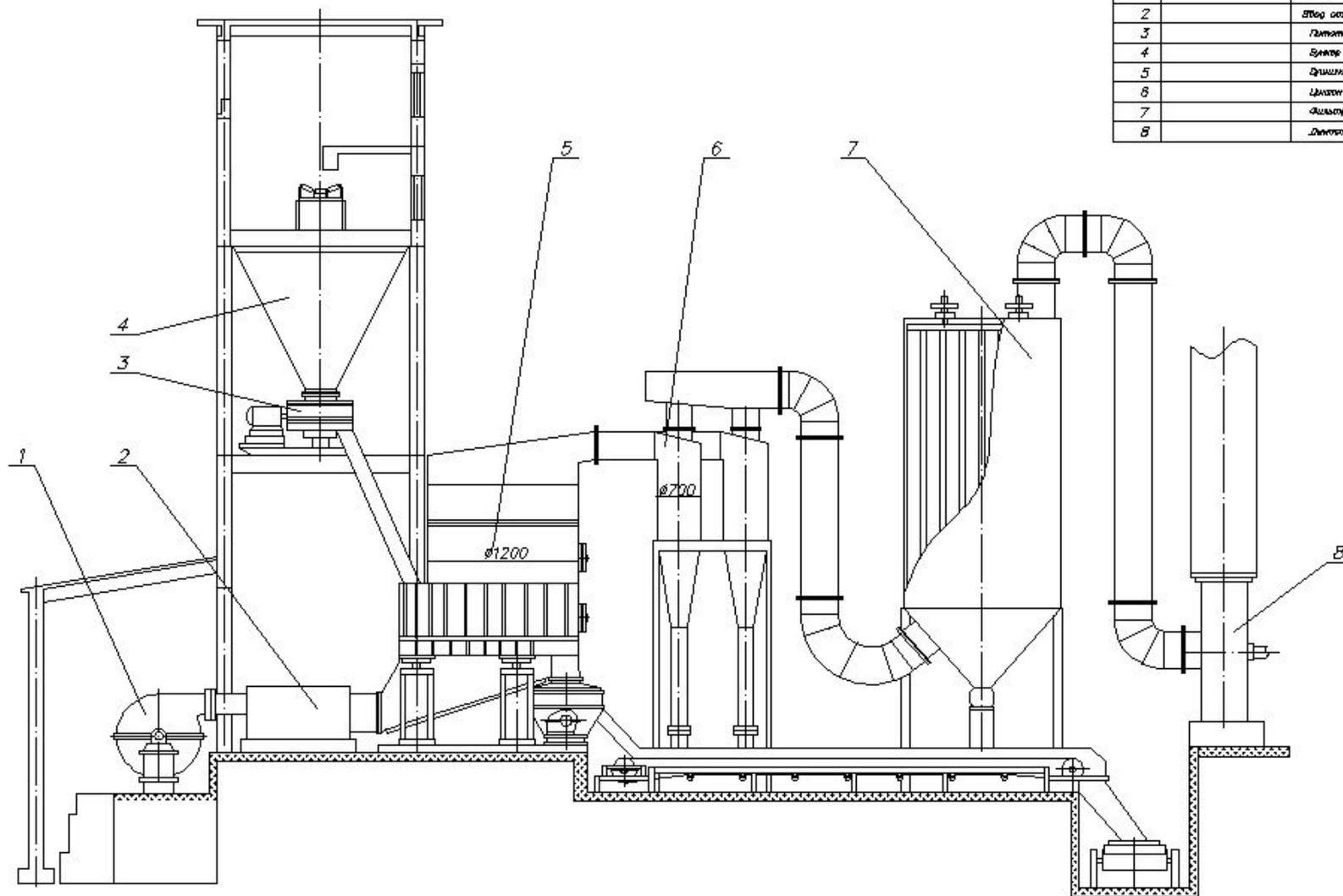
Кроме того, сушилки «кипящего» слоя дают возможность совмещать такие процессы как сушку и классификацию по размерам частиц, сушку и гранулирование.

Исходные данные

- - производительность сушилки по высушенному материалу 11,30 т/ч ;
- - начальная температура сушильного агента 650 °С.
- - конечная температура сушильного агента 160 °С
- - начальная влажность материала 15%
- - конечная влажность материала 5%

Сушильная установка представлена на слайде 6

Сушильная установка



Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примеч.
1		Вентиль	1	
2		Шкоп саторных осей	1	
3		Питатель шнековый	1	
4		Вентиль	1	
5		Фанглы	1	
6		Циклон	1	
7		Аппарат дробилки	1	
8		Двигатель	1	

Описание сушилки «кипящего» слоя

Отходящие из регенератора газы по газоходу 2 за счет давления, создаваемого вентилятором 1, поступают через решетку к слою материала со скоростью, равной скорости витания частиц. Материал питателем 3 непрерывно подается на решетку и высушивается в "кипящем" слое. Высушенный материал через шлюзовую затвор выгружается на конвейер.

Отработанный сушильный агент подается в циклон 6, далее – в рукавный фильтр 7 и после очистки выбрасывается дымососом 8 в атмосферу.

Основным и наиболее важным элементом сушилок "кипящего" слоя являются газораспределительные решетки, которые выполняют две функции: они поддерживают псевдооживленный слой и обеспечивают равномерное распределение газового потока по сечению камеры.

Промышленные сушилки "кипящего" слоя работают с небольшим слоем материала – 300...400 мм

Основным недостатком этой сушилки является большой расход электроэнергии и для некоторых конструкций - неравномерная сушка полидисперсного материала, обусловленная различным

Результаты расчета сушильной установки

В результате расчета материального и теплового баланса сушилки получили её основные расчётные характеристики:

- количество испаренной влаги - 0,369 кг/с.;
- расход абсолютного сухих отходящих газов - 1,902 кг/с.;
- среднее время сушки материала ≈ 1 мин.;
- удельный расход тепла - 6143,6кДж/кг.

В результате конструктивного расчета определили:

- диаметр сушилки - 1,2 м;
- высота псевдоожиженного слоя - 0,36 м;
- высота сепарационного пространства сушилки - 1,44 м;
- общая высота сушилки - 1,8 м.

Для эффективной эксплуатации данной сушилки было подобрано следующее вспомогательное оборудование:

- шнековый питатель ПШ-1/80;
- конусная клапан-мигалка;
- групповой циклон НИИОГАЗ типа ЦН-15;
- рукавные фильтры СМЦ 100А;
- дутьевой вентилятор ВДН-12,5;
- дымосос ДН-12,5.

Обоснование выбора пластинчатого теплообменника

К установке выбираем пластинчатый теплообменник, т.к. при сравнении его с кожухотрубным, применяемом для тех же целей, он значительно выигрывает

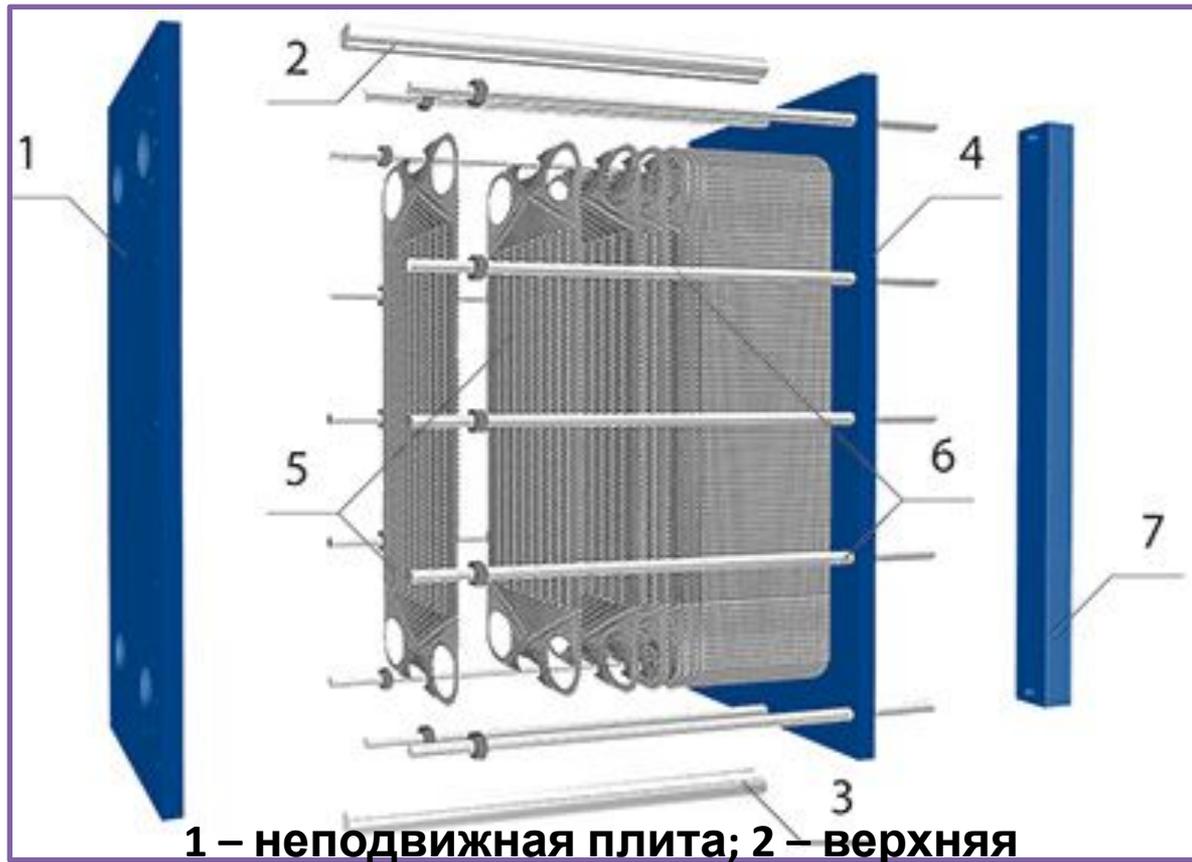
по ряду параметров:

- коэффициент теплопередачи пластинчатых агрегатов в 3...4 раза выше за счет тонкостенности пластин и высокой турбулизации потока;
- габаритный объем в 2...5 раз меньше, что позволяет экономить полезную площадь помещения и использовать ее с большей выгодой;
- пластинчатый теплообменник весит в 2...6 раз меньше;
- исключена возможность взаимного перетекания теплоносителя;
- имеется возможность изменения характеристик подогревателя, который уже эксплуатируется;
- малые потери давления, низкий недогрев;
- высокий КПД в сравнении с кожухотрубным подогревателем;
- простота в обслуживании и монтаже. Для их обслуживания не нужно применять специального оборудования, включая грузоподъемное.

«Слабое место» пластинчатых агрегатов - уплотнительные прокладки.

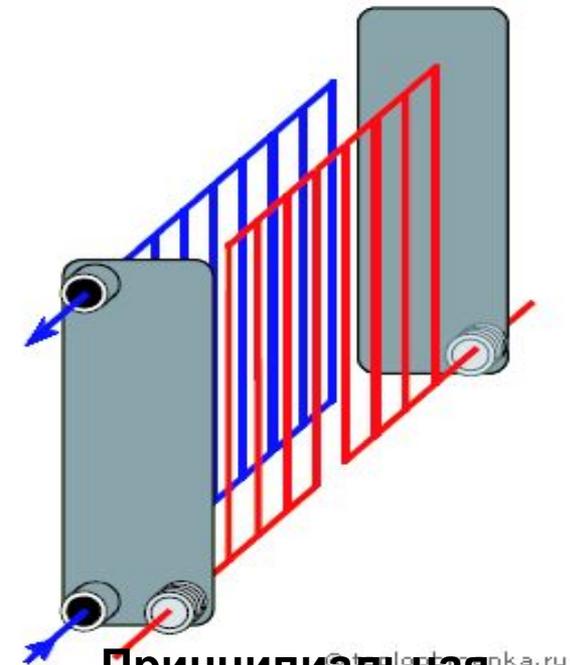
Но их сегодня в основном выполняют из резины EPDM, стойкой к агрессивам, перепадам давления и высоким температурам.

Конструкция разборного пластинчатого теплообменника



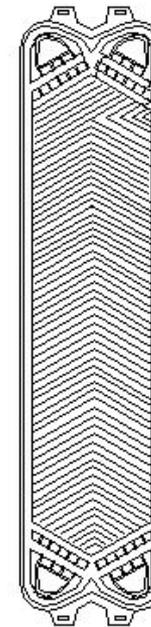
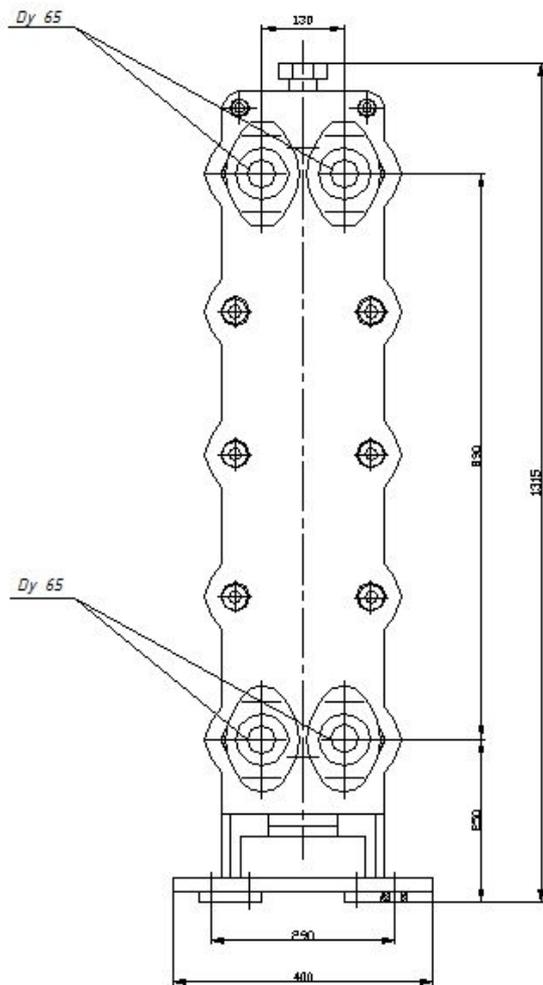
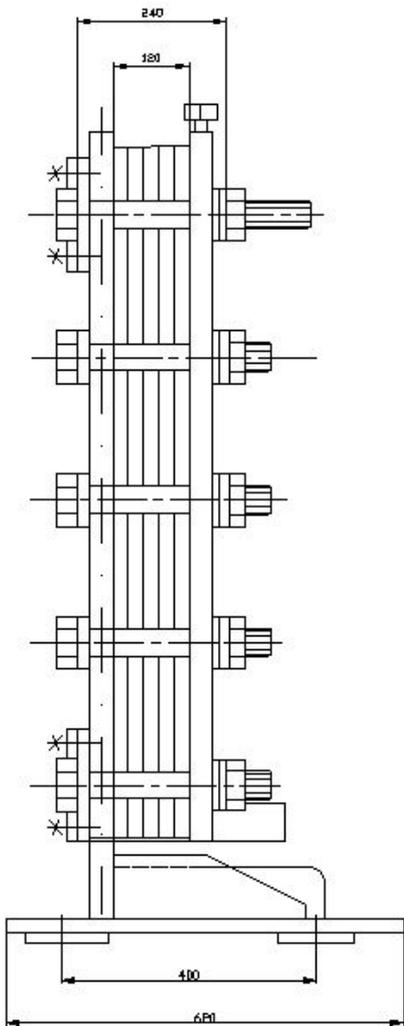
1 – неподвижная плита; 2 – верхняя направляющая;

3 – нижняя направляющая; 4 – подвижная плита;
5 – пластины; 6 – шпильки стягивающие; 7 – стойка;



Принципиальная схема движения двух теплоносителей в пластинчатом теплообменнике.

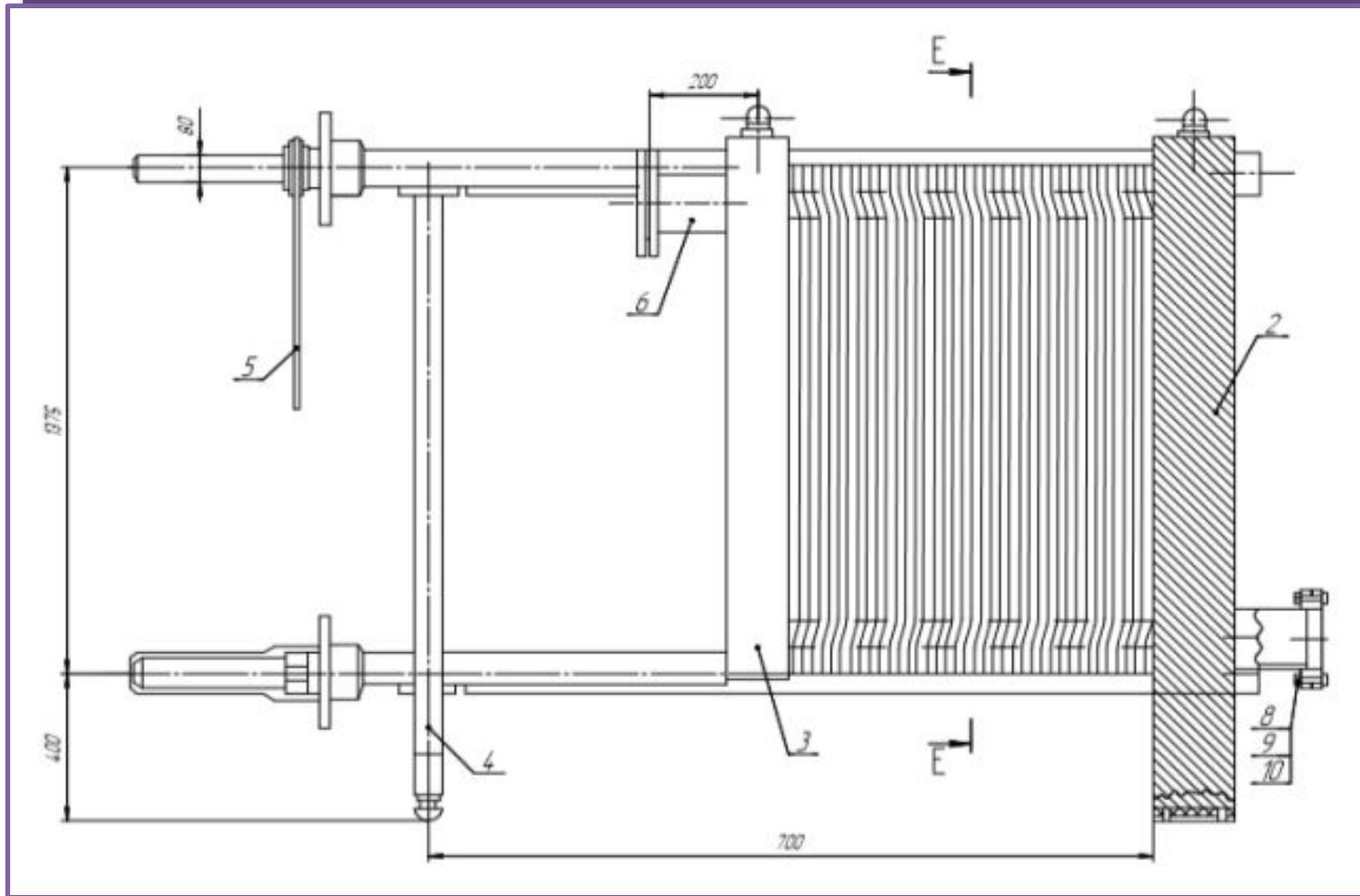
Пластинчатый теплообменник на базе пластин «ПР-0,2»



Технические характеристики пластины

Площадь поверхности теплообмена кв.	0,2
Габаритные размеры мм.	1370x300x8
Масса кг	3,2
Толщина стенки	0,8

Пластинчатый теплообменник



Результаты расчета и подбора пластинчатого теплообменника

По результатам теплового и гидравлического расчетов к установке был принят стандартный разборный пластинчатый теплообменник на базе пластин «ПР-0,2» из стали Х18Н10Т с гофрами в «елочку».

При заданном расходе по отходящим от сушилки газов, определили расход нагреваемой воды, который составил 834кг/час;

- общая поверхность теплопередачи 5 м²;
- количество пластин – 65;
- коэффициент теплопередачи составляет $K=411,70 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$.
- поверхность теплопередачи одной пластины $F_1 = 0,2 \text{ м}^2$
- толщина пластины $\delta_{\text{ст}} = 1,2 \text{ мм}$
- эквивалентный диаметр меж-пластинчатого канала
- $d_g = 0,0075 \text{ м}$
- площадь поперечного сечения одного канала $f_1 = 0,0082 \text{ м}^2$
- длина канала (приведенная) $L_{\text{п}} = 0,44 \text{ м}$

Технико-экономические показатели

Показатель	Величина
Выпуск продукции:	
а) в натуральном выражении, Гкал	81792,00
б) в стоимостном выражении, тыс.руб.	147225,60
Себестоимость единицы продукции, руб.	1283,65
Чистая прибыль, тыс.руб.	33786,67
Капитальные вложения (инвестиции), тыс. руб.	9060,00
Срок окупаемости инвестиции, лет	1,30
Интегральный экономический эффект, тыс. руб.	73470,93
Индекс рентабельности	9,20

Все показатели свидетельствуют о том, что внедрение предложенного оборудования целесообразно и экономически выгодно, даже без учета экологической составляющей

**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ**