

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ**  
на изготовление и поставку внутренних  
устройств в скруббер для очистки  
технологических выбросов

## 1. Принципиальное решение

Существующая на предприятии технология очистки газов от примесей аммиачной селитры и паров аммиака состоит в физической абсорбции раствором азотной кислоты в очистных аппаратах с клапанными тарелками в качестве контактного устройства. Проблема качества улавливания примесей аммиачной селитры связана с недостатком времени контакта фаз.

Целевую задачу улучшения качества абсорбции аммиачной селитры предлагается решить путем замены существующих контактных клапанных тарелок пакетно-вихревой насадкой (ПВН). Целевые параметры работы установки по качеству улавливания и производительности достигаются за счет существенно большей эффективности взаимодействия пылевых частиц и абсорбента в объеме пакетно-вихревой насадки по сравнению с обычными тарельчатыми и насадочными контактными устройствами. Так, оптимальные режимы массопереноса в ПВН устанавливаются при линейных скоростях газа от 2-2.5 м/с до 5 м/с, что существенно выше значений скорости для обычных контактных устройств (~1 м/с). Применение ПВН в аппаратах того же самого размера позволяет многократно увеличить производительность аппарата.

Помимо существенно более высоких достижимых значений коэффициентов массопереноса, насадка ПВН обладает также неплохими сепарирующими свойствами в отношении взвешенных капель и тумана, и позволяет минимизировать каплеунос.

Скруббер очистки технологических выбросов предлагается организовать обычным противоточным способом, т.е. очищаемый газ подается в низ установки на глухую тарелку над емкостью сбора жидкого абсорбента и после очистки выходит сверху аппарата; свежий абсорбент поступает сверху и собирается внизу колонны.

При замене контактного устройства пакетно-вихревую насадку предлагается организовать в виде четырех секций, снабженных коллекторными и распределительными устройствами для достижения максимальной эффективности работы насадки. Верхний слой также снабжается каплеотбойной сеткой.

## 2. Техническое задание

. Состав исходного газа приведен в Таблице 1.

Таблица 1.

### Примеси в очищаемом газе перед абсорбцией.

Компонент	Содержание
Паровоздушная смесь из Т-10	
Аммиак	1,5 г/м <sup>3</sup>
Аммиачная селитра	3,0 г/м <sup>3</sup>
Соковый пар из Р-3	
Аммиачная селитра	4,0 г/л (конденсата)
Азотная кислота	4,0 г/м <sup>3</sup> (конденсата)
Из грануляционной башни	
	Не нормируется
Парогазовая смесь из скруббера Х-23	
	Не нормируется

Целевым уровнем содержания аммиачной селитры в исходящем газе после абсорбции был задан уровень в 90 мг/м<sup>3</sup>, свободного аммиака не более 30 мг/м<sup>3</sup>.

Целевое значение производительности - 100 000 нм<sup>3</sup>/ч.

### 3. Тепловой расчет.

Количество поступающего в скруббер аммиака  $1,5 \text{ г/м}^3$  при расходе газа 100 тыс.  $\text{м}^3/\text{час}$  составляет 150 кг/час при теплоте растворения аммиака в воде 2072 кДж/кг дает 311 МДж/час.

Количество поступающей в скруббер аммиачной селитры (не растворенной в воде) составляет 300 кг/час, при теплоте растворения - 250 кДж/кг дает поглощение тепла в количестве 75 МДж/час.

Так как поглощенный аммиак вступает в реакцию с имеющейся в оросительном растворе азотной кислотой происходит реакция образования аммиачной селитры теплота образования составляет 365 кДж/моль (4,56 МДж/кг), считая что в реакцию образования аммиачной селитры вступает весь поглощенный аммиак получаем 705 кг/час аммиачной селитры что дает выделение тепла в количестве 3218 МДж/час.

Поступающий в скруббер соковый пар в количестве 1650 кг/час конденсата, теплота конденсации пара составляет 2,2 МДж/кг, дает 3630 МДж/час. Теплота охлаждения пара 4,2 кДж/кг\*°С. Охлаждение происходит от 100°С до 30°С, количество выделившегося тепла 208МДж/час.

Кроме этого тепло в систему подводится с горячим воздухом, поступающим из грануляционной башни.

Количество поступающего воздуха – 100 000  $\text{м}^3/\text{час}$

Плотность воздуха 1,29  $\text{кг/м}^3$

Теплоемкость воздуха 1 кДж/кг\*°С

Перепад температуры 70°С

Количество полученного тепла 9 030 МДж/час.

Итого количество поступающего тепла составит:

	МДж/час
Теплота растворения аммиака	311
Теплота растворения аммиачной селитры	-75
Теплота реакции образования	3218
Теплота конденсации сокового пара	208
Теплота охлаждения воздуха	9 030
Итого	13 107

Увеличение температуры жидкости составит

$$\Delta T = 13\ 107 / (4,2 * 120) = 25,8^\circ\text{C}.$$

Тепловая нагрузка составляет  $3,6 \cdot 10^3$  кВт.

Целесообразно рассматривать двухступенчатое охлаждение – с помощью водяного теплообменника с охлаждением водооборотной водой, в случае отсутствия холодной воды - установка градирен.

Доохлаждение с помощью сухой градирни.

Количество тепла подлежащего утилизации 3,6МВт (55 Гкал/час) с одной секции, необходимо утилизировать с использованием градирни, либо использовать для промышленных нужд. При стоимости 1Гкал – 500руб и периоде отопления порядка 4000 часов(в год) экономия составит 110 млн.руб.

#### 4. Расчетные параметры работы скруббера

Оценка рабочих значений параметров работы скруббера представлена в Таблице 2. Технические характеристики скруббера приведены в Таблице 3.

Таблица 2.

#### Расчетные параметры работы скруббера

№п.п.	Параметр	Значение
<b>Материальный баланс:</b>		
1	Поток очищаемого газа входящий, тыс. нм <sup>3</sup> /ч	100,0
2	Поток очищаемого газа исходящий, тыс. нм <sup>3</sup> /ч	99,0
3	Поток орошения входящий, т/ч (м <sup>3</sup> /ч)	150,0 (175,0)
4	Поток орошения исходящий, т/ч (м <sup>3</sup> /ч)	155,0 (180,0)
<b>Температура:</b>		
5	Температура газа на входе, °С	110,0
6	Температура газа на выходе, °С	30,0
7	Температура орошения на входе, °С	30,0
8	Температура орошения на выходе, °С	56
<b>Давление:</b>		
10	Давление подачи газа, мм вод.ст. <sup>а)</sup>	-180
11	Давление выхода газа, мм вод.ст. <sup>б)</sup>	-10
12	Перепад давления, мм вод.ст.	170

а) Давление низа скруббера, б) Давление верха скруббера.

Данные по потокам орошения приведены на производительность 100 000 нм<sup>3</sup>/ч

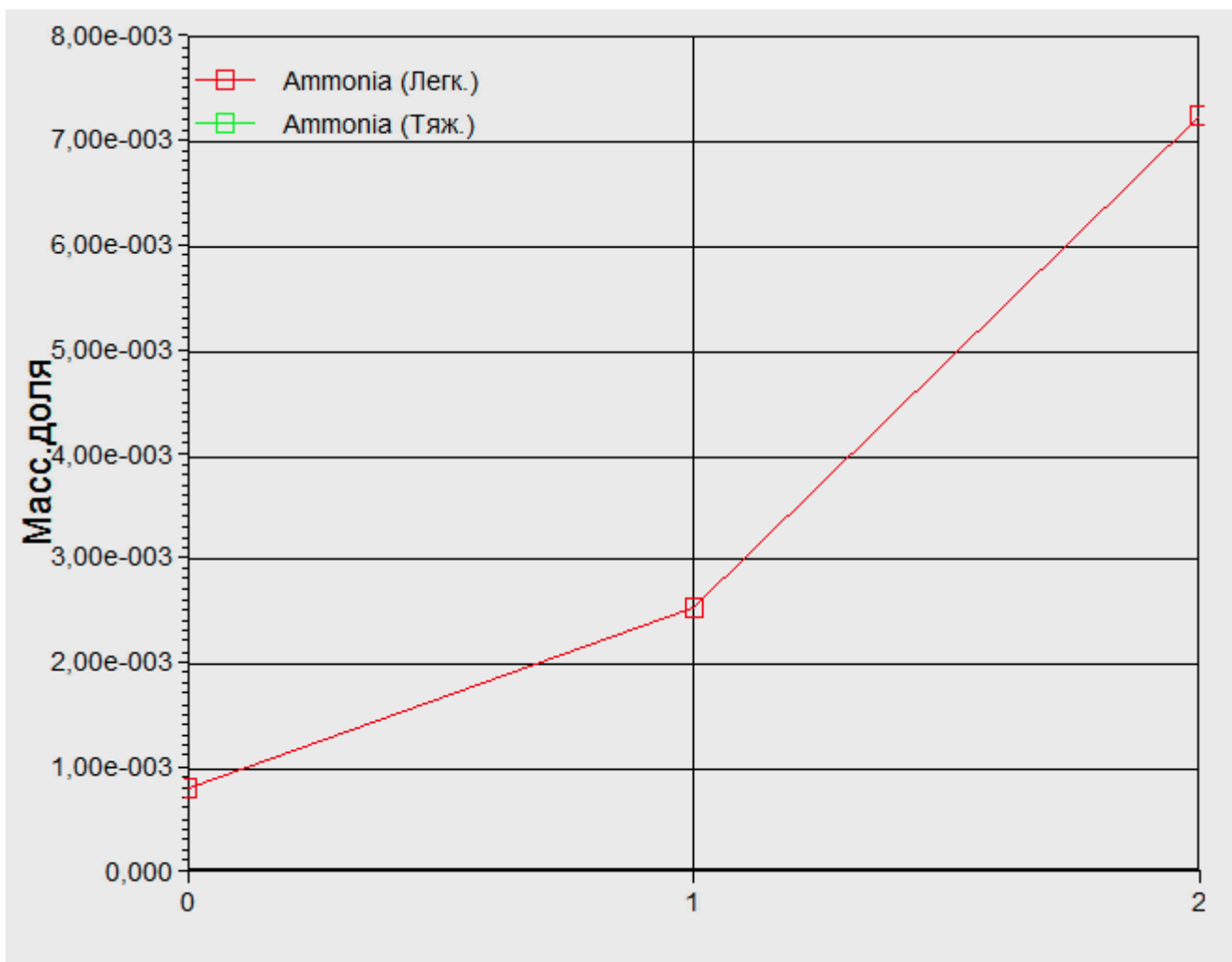
Таблица 4.

#### Технические характеристики скруббера

Параметр	Скруббер
Площадь насадки на 1 секцию, м <sup>2</sup>	6,2
Общая высота аппарата, мм	4 600
Тип контактного устройства	ПВН
Высота насадочной части, мм <sup>а)</sup>	400
Суммарная высота насадки, мм	1 200
Материал	12X18Н10Т <sup>б)</sup>

а) Насадочная часть скруббера разбивается на четыре секции, б) По желанию заказчика материал может быть уточнен при изготовлении КД.

Компания предоставляет данные по параметрам работы вспомогательных устройств (материальные и тепловые потоки), но не рассматривает их в рамках данного Предложения.



Изменение концентрации аммиака по высоте насадочного слоя.

Отсчет слоев с верху скруббера.

Масса насадки в одной секции составляет 3000 кг.

Масса жидкости в объеме насадки при толщине пленке 1мм составляет 3000кг (требуется уточнения при проведении эксперимента)

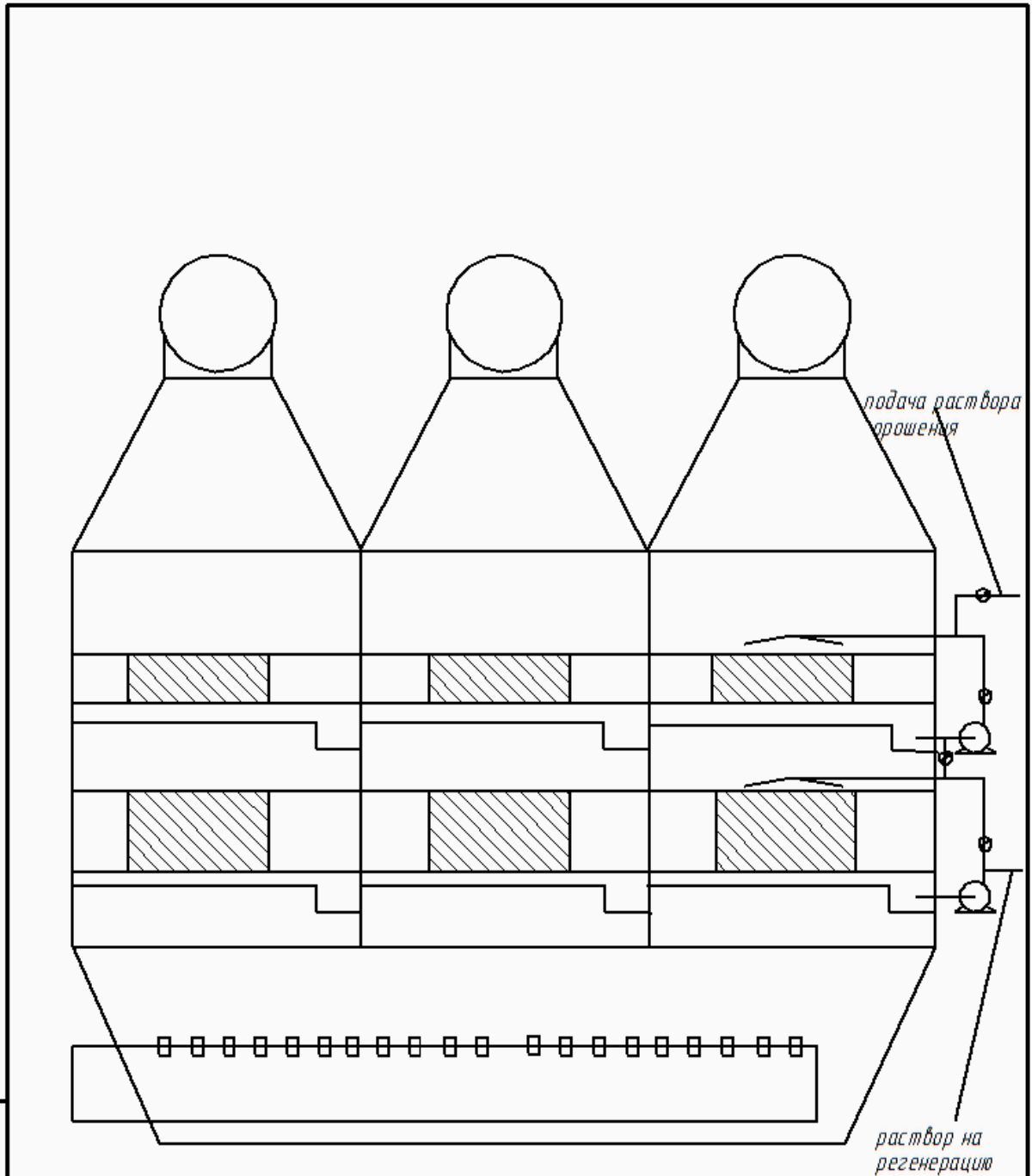
Масса трубопровода с жидкостью внутри него составляет 72кг.

Вес имеющихся тарелок составляет 600кг (при толщине металла 3мм)

Вес жидкости на тарелке при толщине слоя жидкости 200 мм (требуется уточнение) 2500 кг (на одной тарелке).

Следовательно увеличение массы при использовании насадки составит  $6072 - 5600 = 472$  кг на одну секцию.

### Принципиальная схема скруббера.



Изм. № посл. Подпись и дата. Взам. инв. №

Изм.	Код уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Скруббер

Лист



ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ  
на изготовление и поставку  
внутренних устройств в скруббер для  
очистки технологических выбросов

Стр. 8  
Дата  
Раздел  
Ревизия

