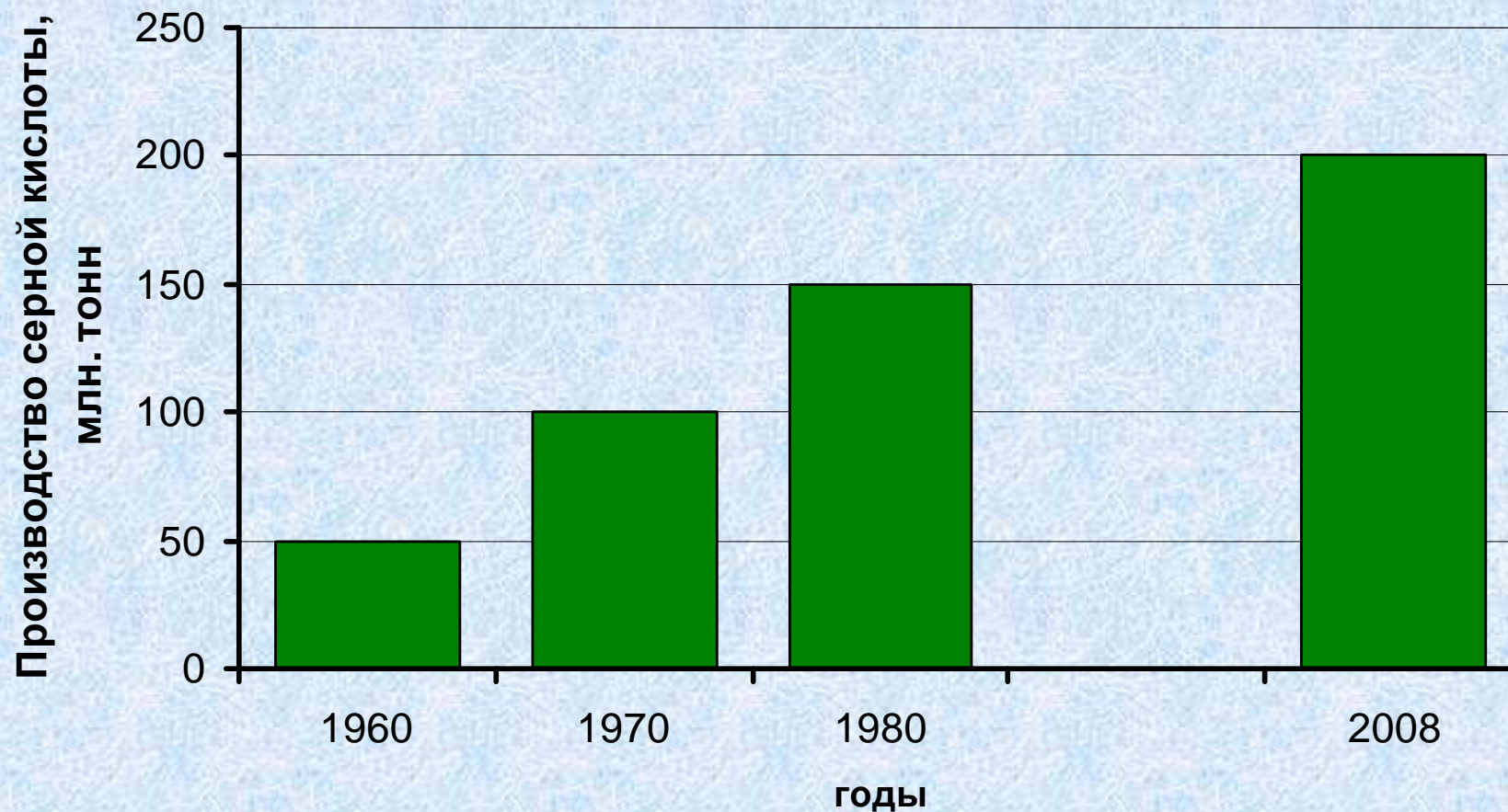


**III Московская международная конференция
«Сера и Серная Кислота 2008»**

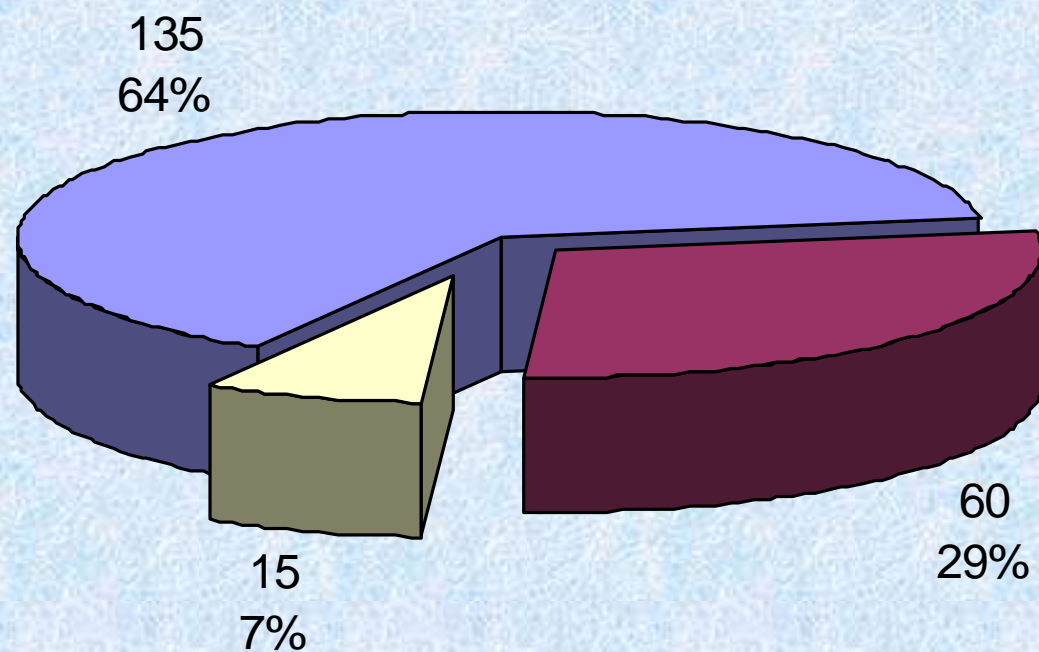
**Состояние и перспективы
производства серной
кислоты в России**

**Докладчик: Заведующий лабораторией серной кислоты
 ОАО «НИУИФ» Ю.В. Филатов**

Динамика роста общемирового производства серной кислоты с 1960 года

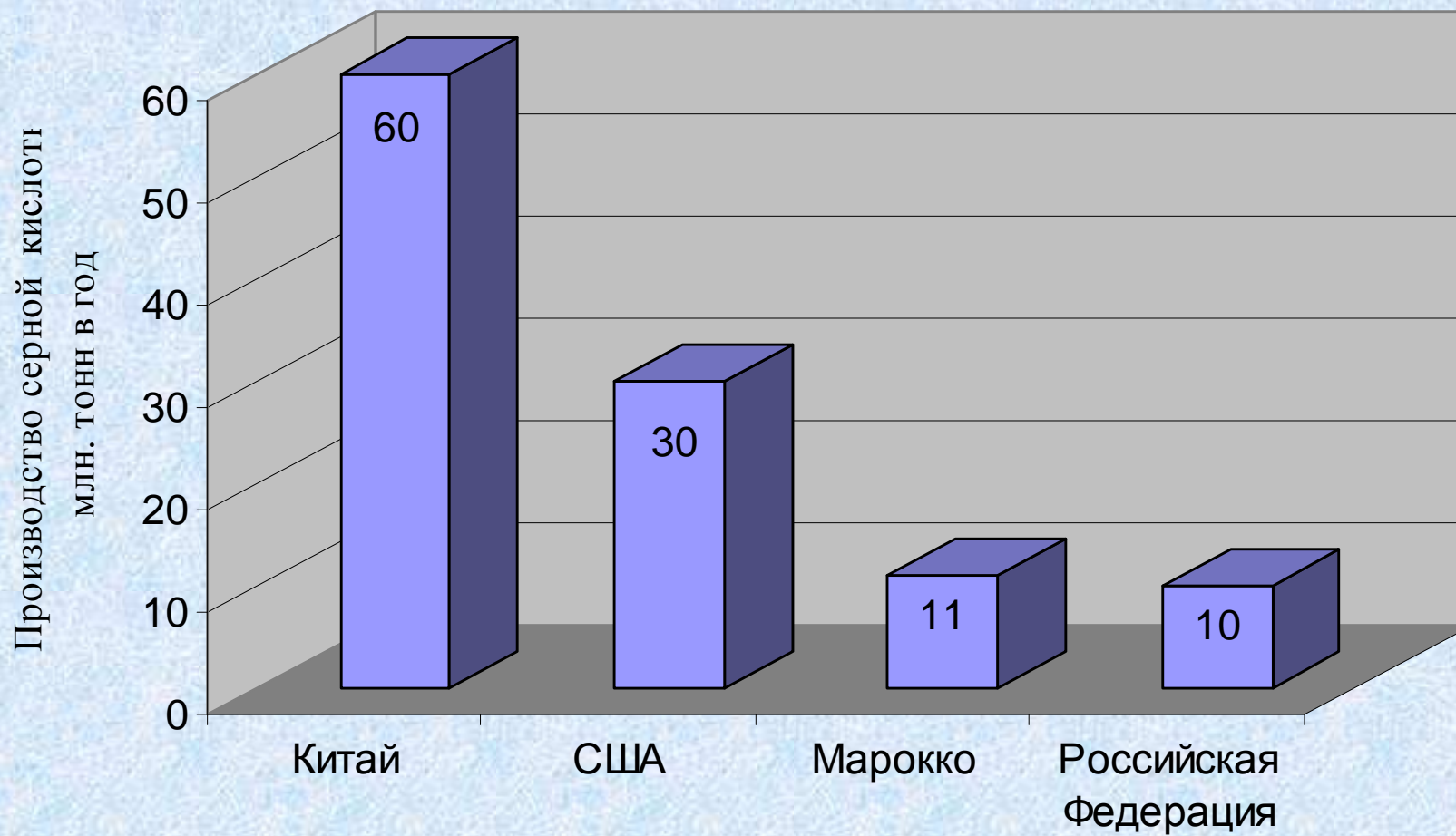


Соотношение объемов производства серной кислоты из различных видов сырья в 2008 году,
млн. тонн



■ сера, ■ отходящие газы металлургии, ■ пирит

Основные страны-производители серной кислоты



Объемы производства серной кислоты в России.



**Объемы производства серной кислоты на предприятиях
химической промышленности в 2005, 2006, 2007 и план 2008 гг.**

№ п/п	Предприятия	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г. (план)
	Химическая промышленность	7103,7	6764,3	6959	7219
1	ОАО «Аммофос»	2443,8	2312,6	2336,7	2657
2	ООО «Балаковские минеральные удобрения»	1226,1	1268,4	1391	1310
3	ОАО «Воскресенские минеральные удобрения»	995,0	901,5	943	900
4	ООО «ПГ Фосфорит»	731,1	700,5	689	728
5	ОАО Еврохим - Белореченские минеральные удобрения	447,5	454,7	481	495
6	ООО «Щекиноазот»	453,3	396,5	452	495
7	ОАО Новомосковский «АЗОТ»	84,3	52,7	-	-
8	ОАО «Бор»	241,0	234,0	246,4	243
9	ООО «Балаковский завод волокнистых материалов»	196,5	131,0	95,4	78
10	ФГУП «Завод им. Я.М. Свердлова»	50,4	66,8	77,1	66,8
11	Кемеровское ОАО «Азот»	244,2	245,6	238	245

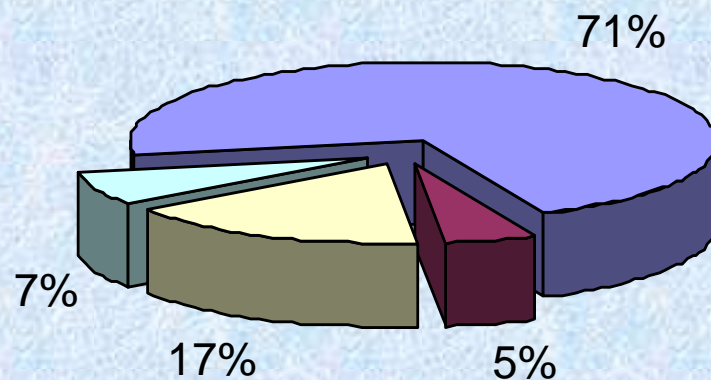
Объем производства серной кислоты на предприятиях металлургической промышленности (тыс. тонн в год)

№ п/п	Предприятия	2005 г.	2006 г.	2007 г.
	Металлургическая промышленность	1529,7	1761,2	1821
1	ЗАО «Метакхим» г. Волхов	122,6	186,6	192,6
2	ОАО «СУМЗ»	424,8	465,1	443,2
3	ОАО «Святогор»	280	282,3	311,4
4	ОАО ЧЦЗ	157,2	240,3	236,2
5	ОАО «Кольская ГМК»	220,3	224,9	202
6	ФГУП «Красноуральский химический завод»	13	6,8	13,5
7	ООО «Медногорский медносерный комбинат»	51,3	56,7	118,6
8	ЗАО «Карабашмедь»	28,9	66,5	73,5
9	Заполярный ФЛ ОАО ГМК Норильский никель	56,7	58,8	53,4
10	ОАО «Электроцинк»	174,9	173,2	176,7

Сырьевая база производства серной кислоты в России.

В 2007 году было получено 9651 тысяча тонн серной кислоты, в том числе (тыс. тонн):

- 6860 – 71,1% из элементарной серы
- 493 – 5,1% из пирита
- 1628 – 16,9% из отходящих газов цветной металлургии
- 670 – 6,9% из сероводорода нефтепереработки.



- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| ■ элементарная сера | ■ пирит |
| ■ отходящие газы цветной металлургии | ■ сероводород нефтепереработки |

Ассортимент выпускаемой продукции

- ❑ Кислота серная техническая
- ❑ Кислота серная улучшенная
- ❑ Аккумуляторная кислота
- ❑ Кислота марки «К»
- ❑ Олеум технический
- ❑ Олеум улучшенный

По заданию потребителей можно обеспечить и другие специальные сорта серной кислоты

Техническое обновление сернокислотных цехов

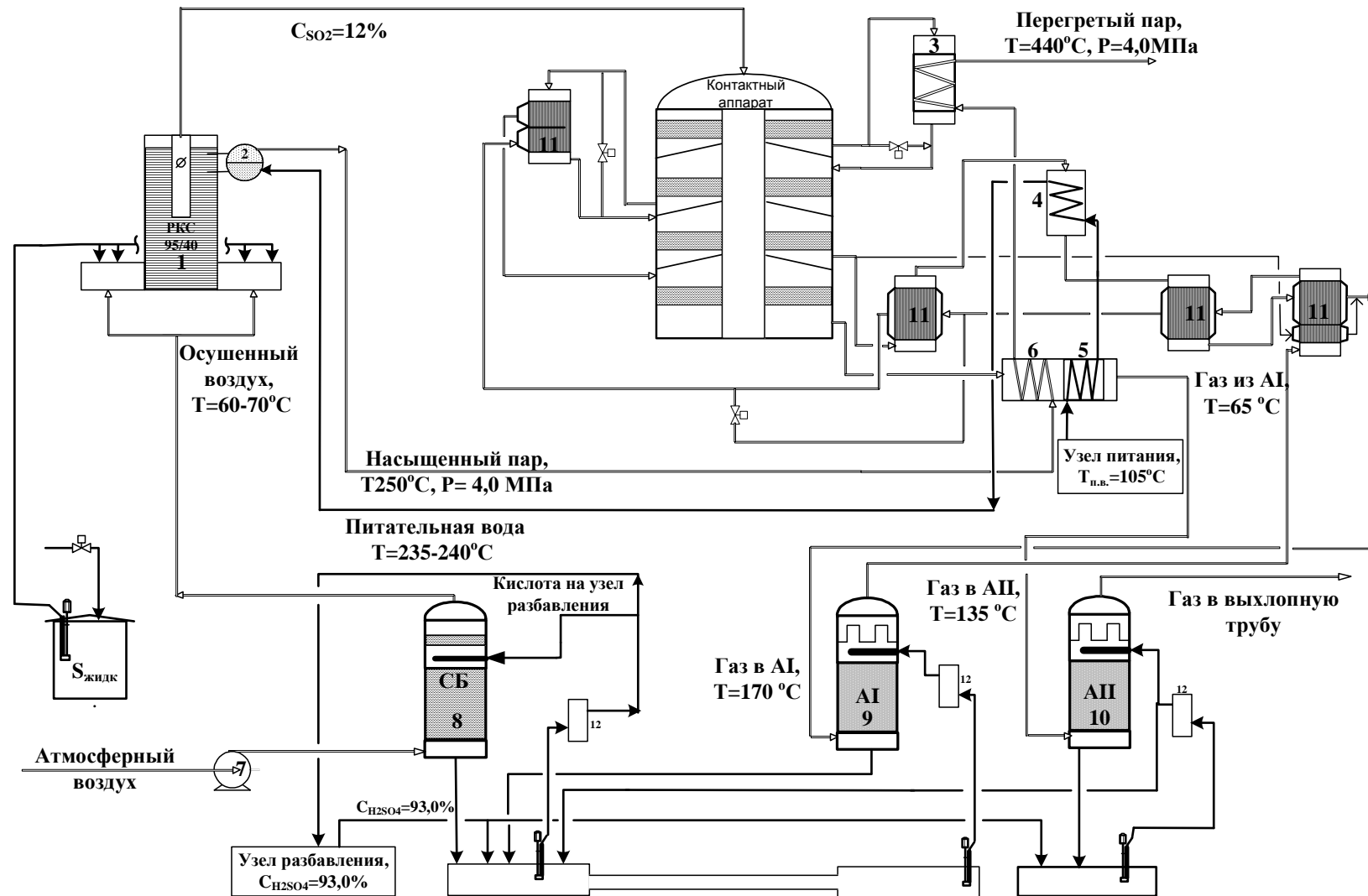
Реконструкцию проводят:

- ❑ Кингисеппское ООО «ПГ Фосфорит»
- ❑ ОАО «Еврохим – БМУ» г. Белореченск
- ❑ ООО «Щекиноазот»

Новые цеха строят:

- ❑ Череповецкое ОАО «Аммофос» мощностью 740 тысяч тонн моногидрата в год с вводом в 2009 г.
- ❑ ООО «Балаковские минудобрения» мощностью 650 тысяч тонн моногидрата в год. Ввод планируется в 2009 году, однако в связи с кризисом сроки ввода не определены.
- ❑ ОАО «ППГХО» г. Краснокаменск мощностью 180 тысяч тонн моногидрата в год с вводом в 2008 году взамен изношенного цеха на пирите.
- ❑ ОАО «СУМЗ» мощностью 1100 тысяч тонн моногидрата в год с вводом в 2009 году взамен изношенных систем.

Принципиальная схема СК ООО "БМУ" г. Балаково и ОАО «Аммофос»



1. Котлопечной агрегат РКС 95/40, 2. барабан котла, 3,6 Пароперегреватель, 4,5 Экономайзеры, 7. Нагнетатель, 8. Сушильная башня, 9,10 Абсорберы, 11. Теплообменное оборудование контактного узла, 12. Теплообменное оборудование САО.

Описание технологической схемы

- ❑ Жидкая отфильтрованная сера из напорного сборника подается насосом в две циклонные топки котлопечного агрегата РКС-95/40.
- ❑ Осушенный в сушильной башне воздух нагнетателем подается на сжигание серы. При этом образуется технологический газ с $T = 1100-1200$ °С и содержанием SO_2 11,5-12,0 % об.
- ❑ В котле-утилизаторе газ охлаждается до $T = 390-420$ °С и поступает на 1-ый слой катализатора контактного аппарата (КА).
- ❑ На первом слое КА происходит конверсия SO_2 в триоксид с повышением температуры газа до 610-630 °С и достижением степени конверсии 60-50 %. Снижение T газа с 610-630 °С до 450 °С осуществляется в пароперегревателе (п/п) 2-й ступени.
- ❑ На 2-ом слое катализатора SO_2 окисляется до SO_3 на 83-85 % с повышением T до 515-530 °С. Снижение температуры газа после 2-го слоя до 440 °С осуществляется в газовом теплообменнике.
- ❑ На 3-ем слое катализатора SO_2 окисляется на 93-94 % с повышением T до 465-475 °С. После 3-го слоя газ охлаждается до $T = 170$ °С в двух газовых теплообменниках и в экономайзере (ЭК) 2-ой ступени, установленном в рассечку между ними.
- ❑ Далее газ, с $T = 170$ °С, направляется в 1-ый моногидратный абсорбер на промежуточную абсорбцию.
- ❑ После 1-го моногидратного абсорбера технологический газ направляется на 2-ую ступень конверсии (IV и V слои катализатора), нагреваясь до температуры 420-425 °С во всех газовых теплообменниках.
- ❑ На IV слое катализатора происходит конверсия SO_2 в SO_3 до 92 % с повышением температуры технологического газа до 450-455 °С. После IV слоя газ может охлаждаться до $T = 420-425$ °С как в теплообменнике, так и поддувом в газовую смесь холодного осушенного воздуха. На V слое катализатора происходит дальнейшая конверсия SO_2 в SO_3 , до 96 %. Гарантированная общая степень конверсии SO_2 в SO_3 в контактном узле составляет 0,998.

Предлагаемая сернокислотная технологическая система имеет следующие преимущества:

- ❑ быстро выходит на проектную мощность;
- ❑ проста в эксплуатации;
- ❑ гарантирует минимальный выхлоп вредных газов в атмосферу;
- ❑ имеет минимальный расход электроэнергии;
- ❑ снабжена простым и надежным оборудованием, в том числе лучшими образцами импортного оборудования;
- ❑ степень конверсии SO_2 , не менее - 0.998;
- ❑ общая степень абсорбции SO_3 - 0,9999.
- ❑ по желанию заказчика система сернокислотного производства может быть оснащена схемой утилизации тепла абсорбции.

Потребность производства в сырье, материалах и энергоресурсах

№ п/п	Наименование	Параметры, ГОСТ, ТУ, качество	Единица измерения	Расходный коэффициент на 1 т продукции	Примечание
1	Сера техническая	ДСТУ 2181-93, Сорт 9990-9998	т	0,328	от форсунок
2	Электроэнергия	Напряжение 220/380 В, 6000 (10000) В, 50 Гц	кВт ч	48	
3	Вода оборотная	t=28 °С ΔТ = 10 °С	м ³	50	
4	Вода питательная	t=104 °С	м ³	1,31	
5	Топливо (природный газ, мазут, дизельное топливо)	В перерасчете на условное топливо Q = 7000 ккал /кг	тут	0,002	
6	Пар на технологию	T=158°С P=0,6 МПа	т	~0,185	
7	Сжатый воздух	P=0,8МПа	нм ³	1,5	Для КИПиА
8	Энергетический пар	P=4,0 МПа T= 440°С	т	1,25	

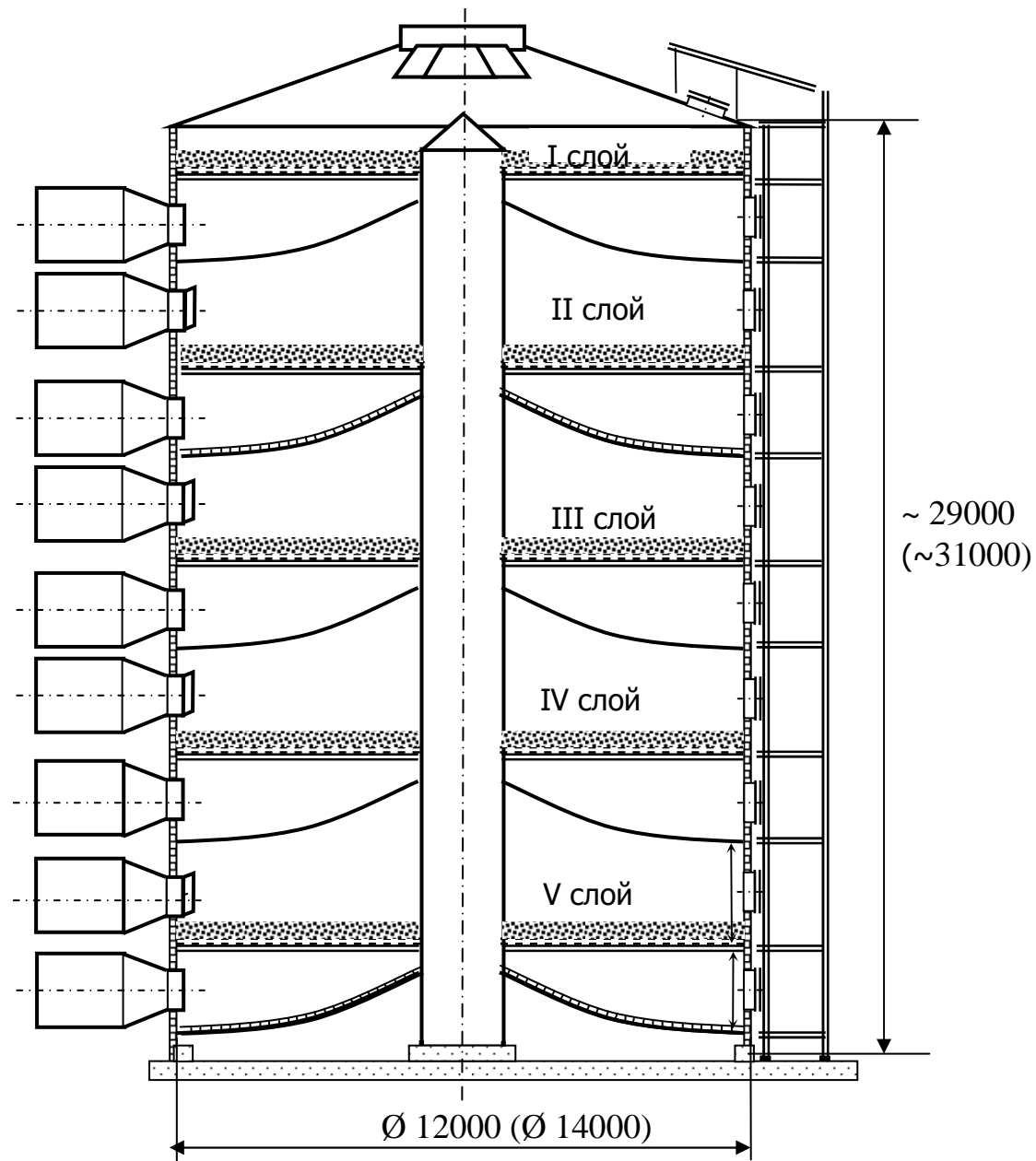
Экологические показатели

№ п/п	Наименование	Ед.изм.	Расход
1	<i>Газовые выбросы</i>		
	Объем газа	нм ³ / час	120000
	Содержание вредных веществ:		
	SO ₂ -0,04 % об.	кг /час	100
	SO ₃ - 0,0005 % об.	кг /час	2,1
	туман и брызги H ₂ SO ₄ -мг/нм ³	кг /час	3,6
2	<i>Твердые отходы</i>		
	1 Серный кек- отход от фильтрации серы	т/год	570
	2 Отработанный катализатор	т/год	40,3
3	<i>Жидкие стоки</i>		
	Промышленные кислые стоки		отсутствуют

Рекомендации по технологическому оборудованию

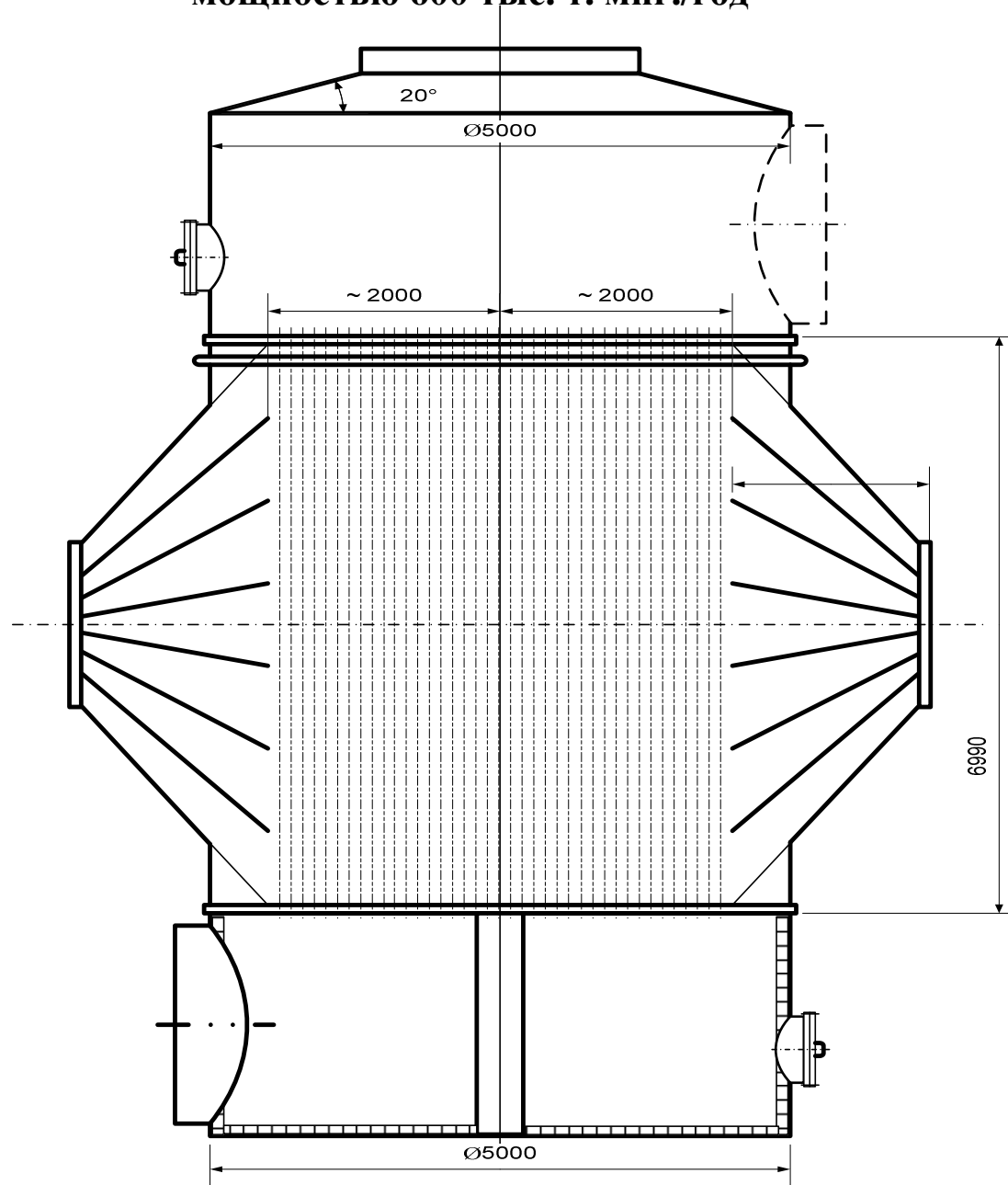
№ п. п.	Наименование оборудования	Техническая характеристика, габарит	600 тыс.т мнг/год	1100 тыс.т мнг/год
1	Котло-печной агрегат РКС-95/4,0, включающий две серные топки	Количество Расход серы номинальный Поверхность испарителей	1 шт 25 т/ч F=1205 м ² 1 и 2 ступени	2 шт 46 т/ч F=1205*2 м ² 1 и 2 ступени
2	Пароперегреватель 2ст.	Количество Производительность Поверхность	1 шт 90 т. пара в час P=40 атм, T=440 °C F=1167 м ²	2 шт 165 т. пара в час P=40 атм, T=440 °C F=1167*2 м ²
3	Экономайзер 2ст.	Количество Производительность Поверхность	1 шт 95-100 т воды в час P=40атм, T _{вых} =232°C F=800м ²	2 шт 174-183 т воды в час P=40атм, T _{вых} =232°C F=800*2м ²
4	Пароперегреватель 1ст.	Количество Производительность Поверхность	1 шт 90 т. пара в час P=40 атм, T=296 °C F=647 м ²	2 шт 165 т. пара в час P=40 атм, T=296 °C F=647*2 м ²
5	+ Экономайзер 1 ст.	Количество Производительность Поверхность	1 шт 95-100 т воды в час P=40атм, T _{вых} =184°C F=1481м ²	2 шт 174-183 т воды в час P=40атм, T _{вых} =184°C F=1481м ² *2
6	Контактный аппарат	Пятиполючный, с центральной колонной. Диаметр Высота Диаметр центр. трубы	12000 мм 29000 мм. 2024 мм	14000 мм 31000 мм 2024 мм
7	Теплообмен-ник после 2-го слоя катализатора	Тип Поверхность теплообмена Диаметр	Кожухотрубный 2500 м ² 5000 мм	Кожухотрубный «диск-кольцо» 2625 м ² 5000 мм

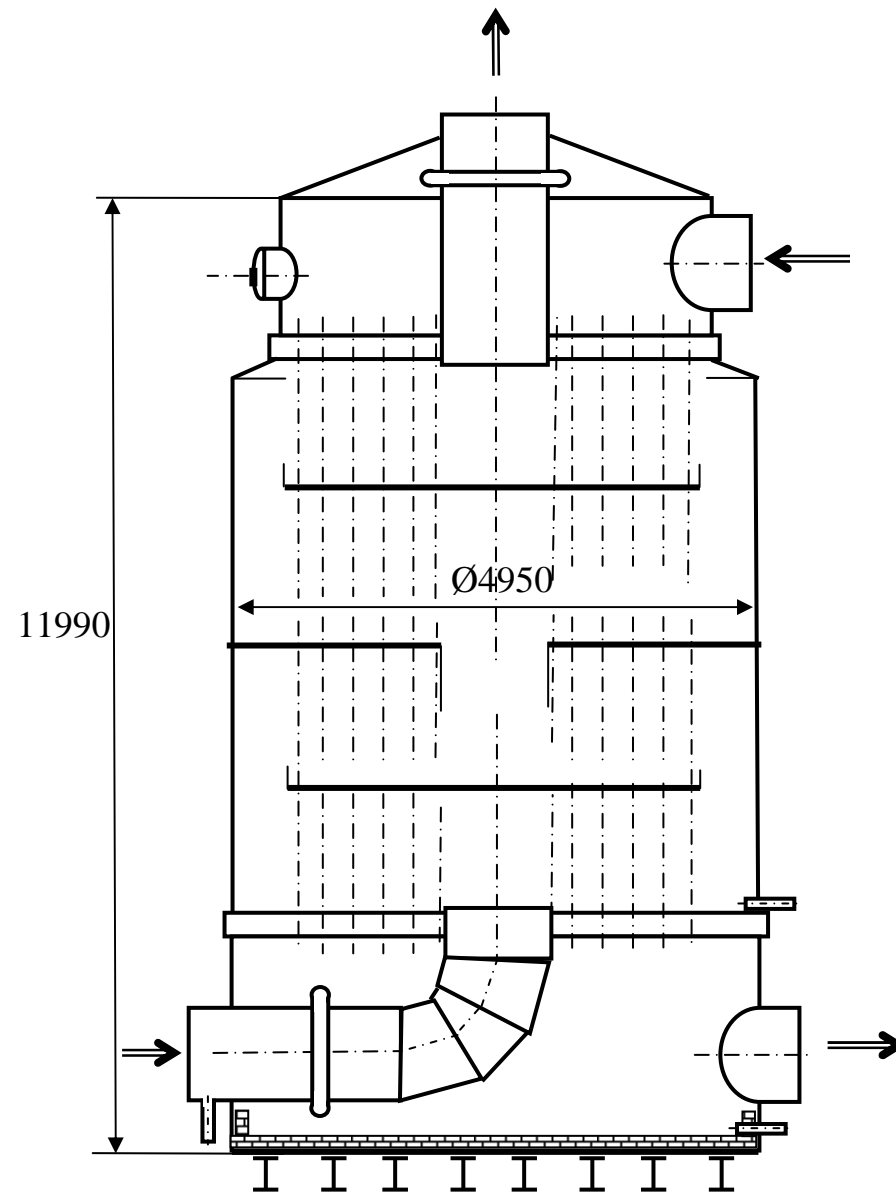
8	Теплообмен-ник после 3-го слоя катализатора	Тип Поверхность теплообмена Диаметр	Кожухотрубный «диск-кольцо» 1850 м ² 5000 мм	Кожухотрубный «диск-кольцо» 1950 м ² 5500 мм
9	Теплообмен-ник после 3-го слоя катализатора	Тип Поверхность теплообмена Диаметр	Кожухотрубный 2675 м ² 4500 мм	Кожухотрубный «диск-кольцо» 3520 м ² 6000 мм
10	Сушильная башня	Тип насадки Высота насадки Тип кислотораспределителя Орошение Диаметр	Седла «Инталокс – 3"; 2"» 3,5 м желоба 910 м ³ /ч 7000 мм	Седла «Инталокс – 3"; 2"» 3,5 м желоба 1000 м ³ /ч 8000 мм
11	Моногидратный абсорбер 1 ст.	Тип насадки Высота насадки Брызгоуловитель Тип кислотораспределителя Орошение Диаметр	Седла «Инталокс – 3"» 3,5 м свечной желоба 1000 м ³ /ч 7000 мм	Седла «Инталокс – 3"» 3,5 м свечной желоба 1500 м ³ /ч 8500 мм
12	Моногидратный абсорбер 2 ст.	Тип насадки Высота насадки Брызгоуловитель Тип кислотораспределителя Орошение Диаметр	Седла «Инталокс – 3"; 2"» 3,5 м свечной желоба 620 м ³ /ч 7000 мм	Седла «Инталокс – 3"; 2"» 3,5 м свечной желоба 1000 м ³ /ч 8500 мм
13	Нагнетатель	Расход воздуха Скорость вращения ротора Мощность Общее падение давления	160000 нм ³ /ч 3700 об/мин 3000 КВт 4100 мм.вд.ст.	270000 нм ³ /ч 3700 об/мин 5000 КВт 5000 мм. вод. ст.



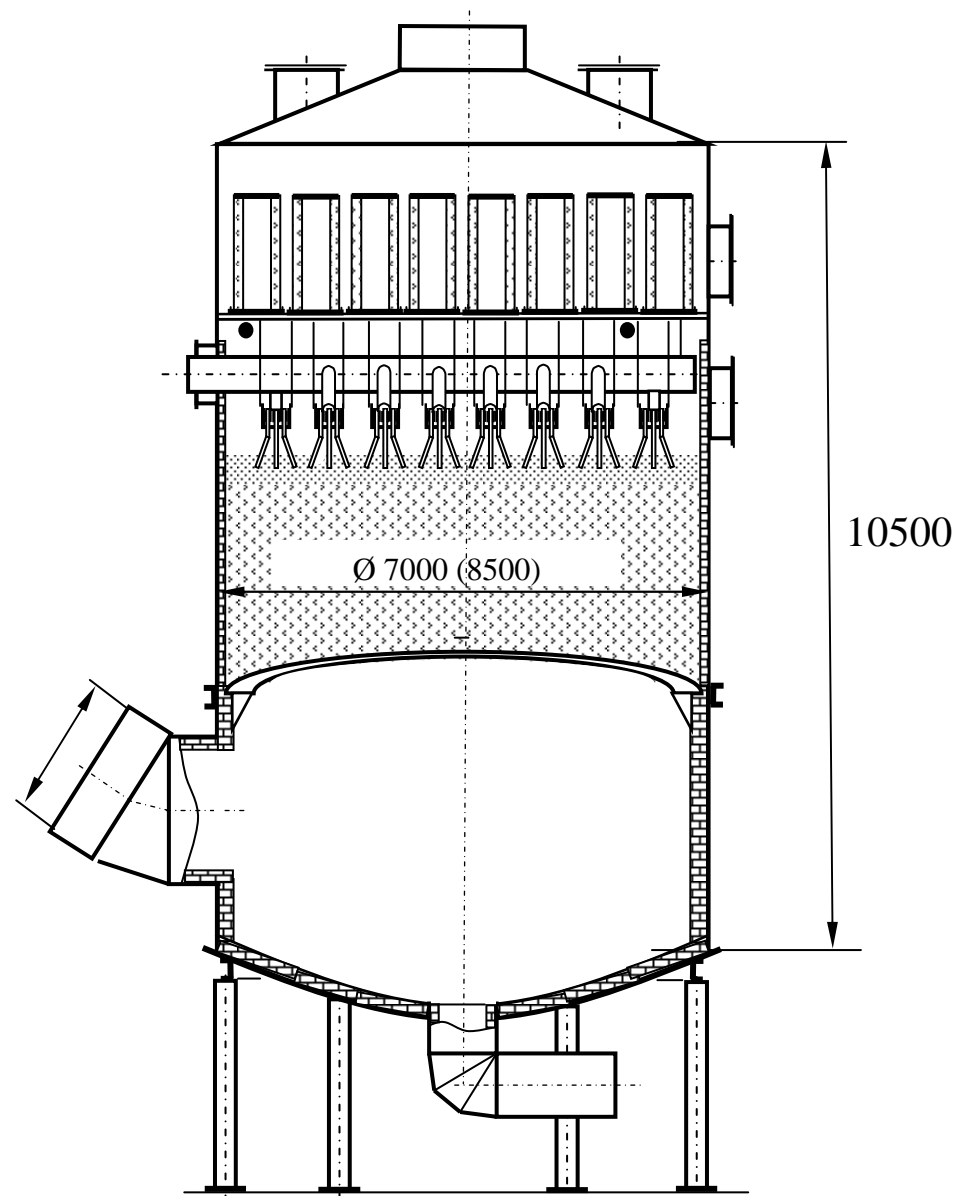
Общий вид пятиполочных контактных аппаратов (для систем мощностью 600 и 1100 тыс. т. мнг/год)

Общий вид внешнего теплообменника после 3-го слоя $F=2675 \text{ м}^2$ (для системы мощностью 600 тыс. т. мнг./год)

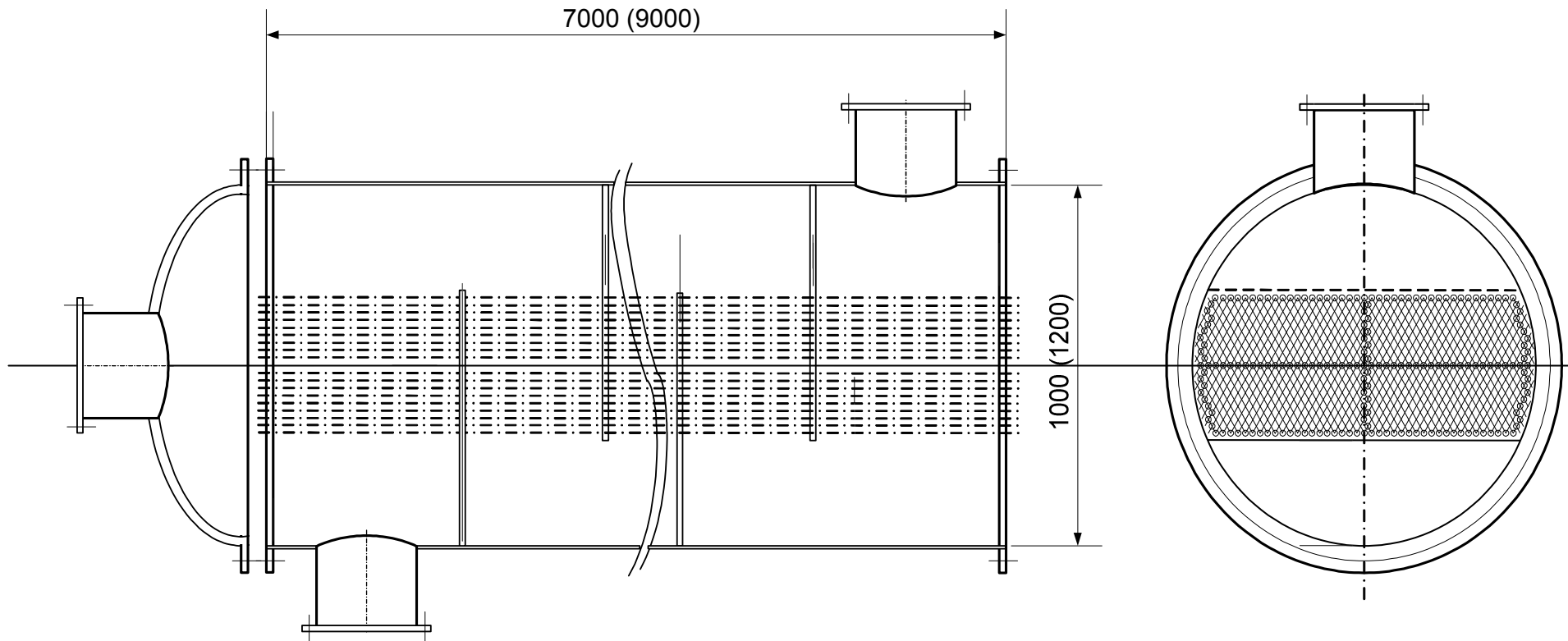




**Общий вид газового теплообменника диск-кольцо
поверхностью 1850 м²
(для системы мощностью 600 тыс. т. мнз./год)**



**Общий вид насадочной башни АІ с куполообразной опорой
(для систем мощностью 600 и 1100 тыс. т. мнГ/год)**



Общий вид кожухотрубных кислотных холодильников в сушильно-абсорбционном отделении сернокислотных систем

Серноокислотные системы на отходящих газах цветной металлургии.

Серноокислотная система по схеме одинарного контактирования (ОК).

Технологические показатели:

- ❑ сырье: отходящие серосодержащие газы цветной металлургии (3,5 -5,0 % об. SO₂);
- ❑ готовая продукция: серная кислота техническая с концентрацией не менее 92,5 % по ГОСТ 2184-77.

Метод производства

Получение серной кислоты из отходящих газов от металлургического передела, с концентрацией SO_2 3,5-5,0 % об., предлагается по «длинной» схеме с одинарным контактированием (ОК). В предлагаемой сернокислотной технологической системе используются современное оборудование и материалы, позволяющие проводить более интенсивные технологические процессы.

В частности используются:

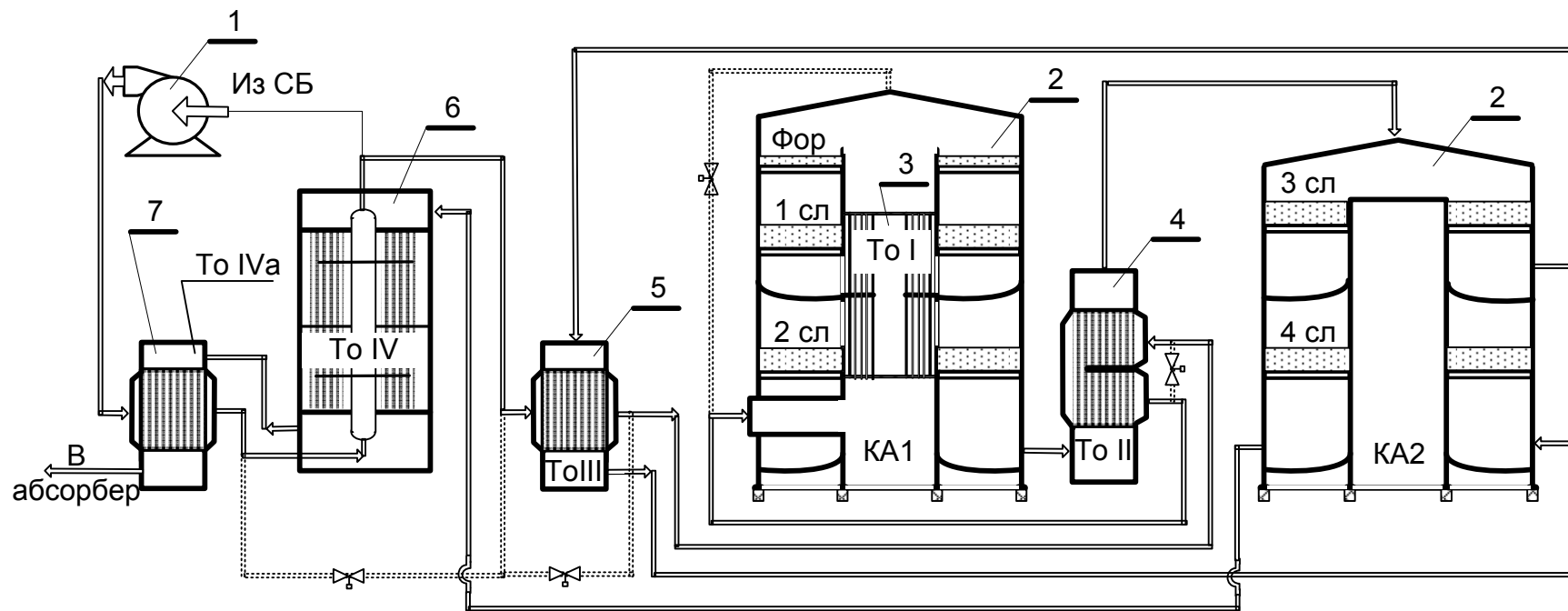
- ❑ модифицированные «мокрые» электрофилтры высокой эффективности и надёжности;
- ❑ пылеустойчивые и эффективные катализаторы кольцеобразной и цветковой формы с различными модификаторами, в т.ч. и модифицированные цезием;
- ❑ газовые теплообменники с высоким коэффициентом теплопередачи;
- ❑ экономичные погружные кислотные насосы, предназначенные для транспортировки серной кислоты;
- ❑ эффективная насадка, лоточные кислотораспределители и патронные брызготуманоуловители в абсорбционных башнях;

Это позволяет гарантировать:

- ❑ минимальный выхлоп вредных газов в атмосферу;
- ❑ минимальный расход электроэнергии;
- ❑ степень конверсии SO_2 , - не менее 0.99.
- ❑ степень абсорбции SO_3 – не менее 0,9998.

Состав производства

- ❑ промывное отделение;
- ❑ контактно-компрессорное отделение с пусковым узлом;
- ❑ сушильно-абсорбционное отделение;
- ❑ склад готовой продукции;
- ❑ выхлопная труба;
- ❑ отделение оборотного водоснабжения;
- ❑ АБК с лабораторией и операторной.



Принципиальная технологическая схема контактного отделения по методу ОК

- | | |
|--|--|
| 1. Нагнетатель | 5. Выносной теплообменник после 3 слоя |
| 2. Контактный аппарат в двух корпусах | 6. Первый внешний теплообменник после 4 слоя |
| 3. Встроенный теплообменник после 1 слоя | 7. Второй внешний теплообменник после 4 слоя |
| 4. Выносной теплообменник после 2 слоя | |

Регулирование и управление

- ❑ Производство оборудовано всеми контрольно-измерительными приборами и аппаратурой, необходимой для обеспечения непрерывной эксплуатации, дистанционного управления или запуска. Кроме того, установлены приборы для контроля всего оборудования.
- ❑ Предусмотрена визуальная и звуковая сигнализация важнейших функций технологического процесса в случае превышения установленных допустимых значений параметров.
- ❑ Во избежание эксплуатационных ошибок и защиты узлов установки предусмотрена система блокировки с учетом особенностей технологического процесса.
- ❑ Определение значений важнейших измеряемых параметров в режиме непрерывной эксплуатации осуществляется независимо друг от друга на основе показаний приборов.
- ❑ В абсорбционных башнях осуществляется измерение, автоматический контроль и регистрация значений концентрации кислоты.

Потребность производства в сырье, материалах и энергоресурсах

№ п/п	Наименование	Параметры, ГОСТ, ТУ, качество	Единица измерения	Расходный коэффициент на 1 т H ₂ SO ₄	Примечание
1	Диоксид серы (в пересчёте на элементарную серу)		т	0,328	От контактного аппарата
3	Электроэнергия	Напряжение 220/380 В, 6000 (10000) В, 50 Гц	кВт ч	85	
4	Вода оборотная	T = 28 °С Δ T= 10 °С	м ³	82	
5	Топливо (прир. газ, мазут, диз. топливо)	В перерасчете на условное топливо Q = 7000 ккал /кг	тут	0,003	
6	Сжатый воздух	P = 0,8 МПа	нм ³	1,7	Для КИПиА

Экологические показатели

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Расход
1	<i>Газовые выбросы</i> Объем газа Содержание вредных веществ: SO ₂ -0,08 % об. SO ₃ - 0,002 % об. туман и брызги H ₂ SO ₄ -мг/м ³	м ³ / час кг /час кг /час кг /час	65000 152 4,6 2,0
2	<i>Твердые отходы</i> Отработанный катализатор	т/год	10,8
3	<i>Жидкие стоки</i> Промышленные кислые стоки		отсутствуют

Сернокислотная система на отходящих газах цветной металлургии по схеме ДК-ДА.

Технологические показатели:

- ❑ сырье: отходящие «средние» серосодержащие газы цветной металлургии (6,0 -14,0 % об. SO₂);**
- ❑ готовая продукция: серная кислота техническая с концентрацией не менее 92,5 % по ГОСТ 2184-77;**

Метод производства

Получение серной кислоты из отходящих газов от металлургического передела, с концентрацией SO₂ 6,0-14,0 % об., предлагается по «длинной» схеме с двойным контактированием - двойной абсорбцией (ДК-ДА).

В предлагаемой сернокислотной технологической системе используются современное оборудование и материалы, что позволяет повысить интенсивность работы оборудования за счёт применения более высоких скоростей газовых и жидких сред.

В частности используются:

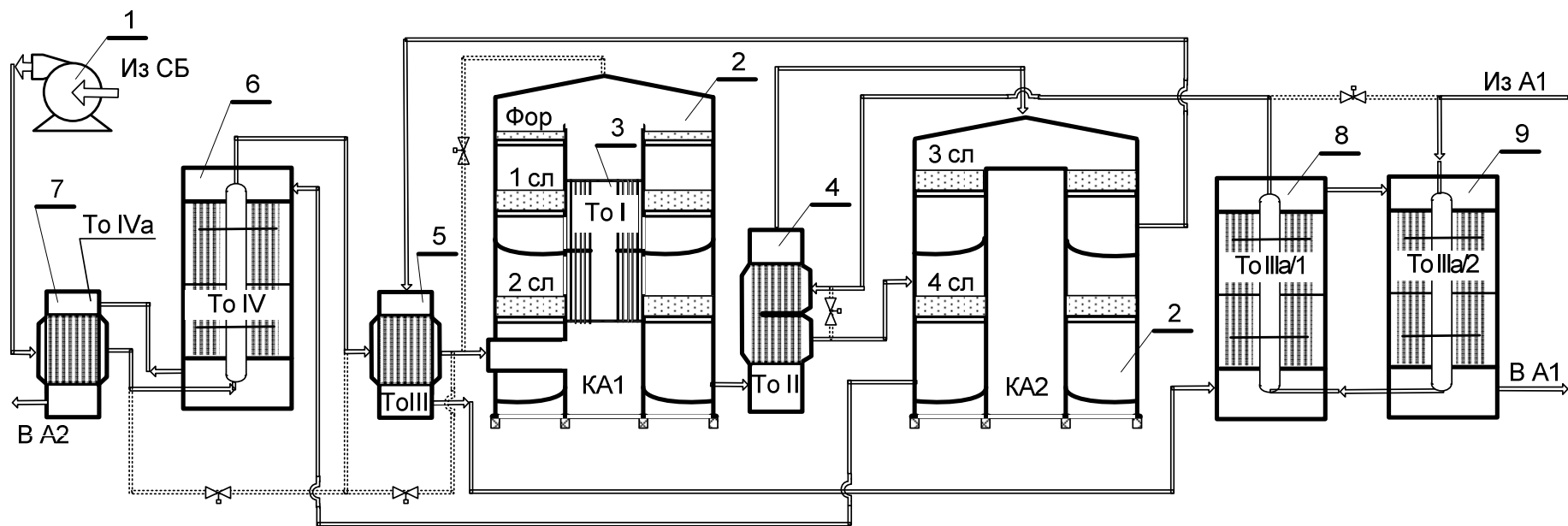
- ❑ модифицированные «мокрые» электрофильтры высокой эффективности и надёжности;**
- ❑ пылеустойчивые и эффективные катализаторы кольцеобразной и цветковой формы с различными модификаторами, в т.ч. и модифицированные цезием;**
- ❑ газовые теплообменники с высоким коэффициентом теплопередачи;**
- ❑ экономичные погружные кислотные насосы, предназначенные для транспортировки серной кислоты;**
- ❑ эффективная насадка, лоточные кислотораспределители и патронные брызготуманоуловители в абсорбционных башнях;**

Это позволяет гарантировать:

- ❑ минимальный выхлоп вредных газов в атмосферу;**
- ❑ минимальный расход электроэнергии;**
- ❑ степень конверсии SO₂, - не менее 0,998.**
- ❑ степень абсорбции SO₃ – не менее 0,9999.**

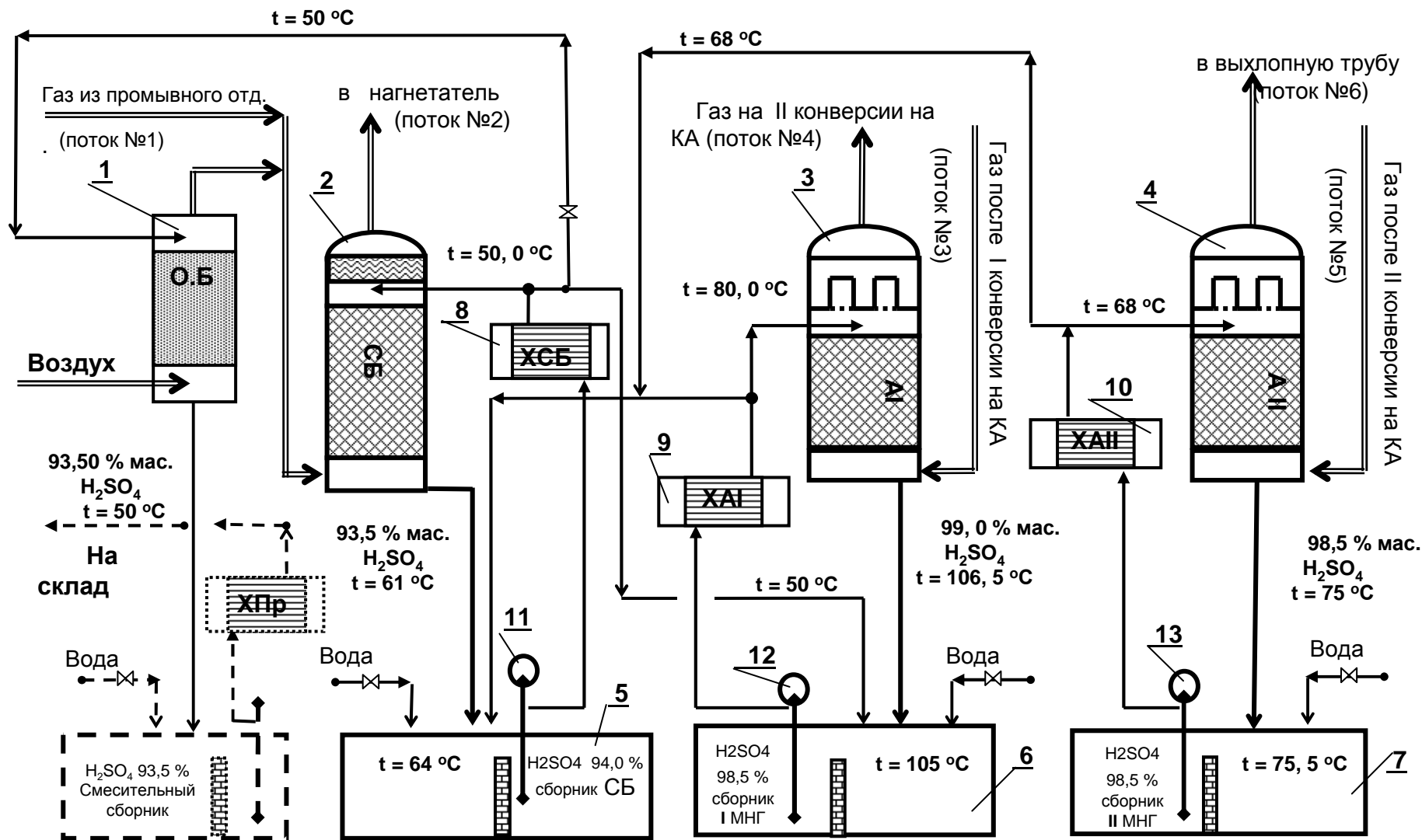
Состав производства

- ❑ промывное отделение;
- ❑ контактно-компрессорное отделение с пусковым узлом;
- ❑ сушильно-абсорбционное отделение;
- ❑ склад готовой продукции;
- ❑ выхлопная труба;
- ❑ отделение оборотного водоснабжения;
- ❑ АБК с лабораторией и операторной.



Принципиальная технологическая схема контактного отделения по методу ДК-ДА

- | | |
|--|--|
| 1. Нагнетатель | 6. Первый внешний теплообменник после 4 слоя |
| 2. Контактный аппарат в двух корпусах | 7. Второй внешний теплообменник после 4 слоя |
| 3. Встроенный теплообменник после 1 слоя | 8. Первый внешний теплообменник после 3 слоя |
| 4. Выносной теплообменник после 2 слоя | 9. Второй внешний теплообменник после 3 слоя |
| 5. Выносной теплообменник после 3 слоя | |



Принципиальная схема сушильно-абсорбционного отделения по методу ДК-ДА.

1 - Отдувочная башня; 2 - Сушильная башня; 3, 4 - Моногидратные абсорберы; 5, 6, 7- Циркуляционные сборники СБ, А I и А II; 8, 9, 10 – кожухотрубчатые холодильники; 11, 12, 13 - Погружные кислотные насосы.

Потребность производства в сырье, материалах и энергоресурсах

№ п/п	Наименование	Параметры, ГОСТ, ТУ, качество	Единица измерения	Расходный коэффициент на 1 т H ₂ SO ₄	Примечание
1	Диоксид серы (в пересчёте на элементарную серу)		т	0,328	От контактного аппарата
3	Электроэнергия	Напряжение 220/380 В, 6000 (10000) В, 50 Гц	кВт ч	90	
4	Вода оборотная	T = 28 °C Δ T= 10 °C	м ³	82	
5	Топливо (прир. газ, мазут, диз. топливо)	В перерасчете на условное топливо Q = 7000 ккал /кг	тут	0,003	
6	Сжатый воздух	P = 0,8 МПа	нм ³	1,7	Для КИПиА
7	Выход пара	P = 0,6 МПа	т	0,25	При концентрации 10-14 % SO ₂

Экологические показатели

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Расход
1	<i>Газовые выбросы</i> Объем газа Содержание вредных веществ: SO ₂ -0,02 % об. SO ₃ - 0,0002 % об. туман и брызги H ₂ SO ₄ -мг/м ³	м ³ / час кг /час кг /час	73000 42,67 0,52 3,65
2	<i>Твердые отходы</i> Отработанный катализатор	т/год	~15,75
3	<i>Жидкие стоки</i> Промышленные кислые стоки		отсутствуют

Выводы:

- 1. В 2008 году объем производства серной кислоты будет меньше чем в 2007 году из-за экономического кризиса.**
- 2. В 2008 году заканчивают работу сернокислотные схемы на пирите.**
- 3. На основе практического опыта по разработке технологии и оборудования, а также успешной эксплуатации сернокислотных систем нового поколения с 2003 года ОАО «НИУИФ» готов обеспечить квалифицированное выполнение следующих работ:**
 - ❑ разработка технологии и оборудования сернокислотных цехов на сере, пирите, отходящих газах цветной металлургии и нефтепереработки**
 - ❑ выполнение технического проекта оборудования**
 - ❑ выполнение рабочего проекта сернокислотной системы**
 - ❑ поставка надежного и экономичного оборудования лучших образцов, изготовленных как в России, так и за рубежом.**