

ЛЕКЦИЯ 16

**Дисциплина: «Технология
неорганических веществ.
Каталитические процессы»
ПРОИЗВОДСТВО НИТРАТА
АММОНИЯ**

Свойства нитрата аммония

Нитрат аммония NH_4NO_3 (техническое название – аммиачная или аммонийная селитра) представляет собой бесцветное кристаллическое вещество с температурой плавления $169,6^\circ\text{C}$.

Он содержит 35% азота в аммонийной и нитратной формах и является безбалластным азотным удобрением. Твердый нитрат аммония в области температур от $169,6^\circ\text{C}$ до -50°C существует в виде пяти полиморфных модификаций, различающихся кристаллической структурой, плотностью кристаллов и объемом кристаллической решетки.

Кристаллографические характеристики модификаций нитрата аммония

Модификация	Температурная область существования, °С	Вид симметрии	Элементарный объем кристаллической решетки, Å ³
I	169,6–125,2	Кубическая	85,2
II	125,2–84,2	Тетрагональная	163,7
III	84,2–32,3	Ромбическая	313,7
IV	32,3–(-17)	Бипирамидальная	155,4
V	(-17)–(-50)	Тетрагональная	633,8

Влияние температуры на растворимость NH_4NO_3

Температура, °С	0	20	40	60	80	100	120	140	160	169,6
Концентрация NH_4NO_3 , %	54,3	65,5	74,1	80,8	86,3	91,1	95,0	97,9	99,2	100,0

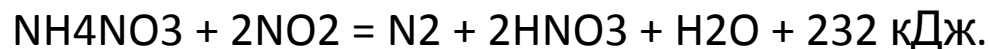
Зависимость гигроскопичности аммонийной селитры от температуры

Температура, °С	10	20	30	40	50
Гигроскопическая точка, %	75,3	66,9	59,4	52,5	48,4

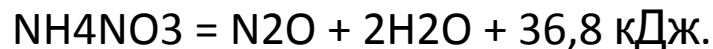
Отрицательными свойствами аммонийной селитры являются низкая термическая устойчивость, пожаро- и взрывоопасность. При нагревании выше 110 °С аммонийная селитра медленно разлагается на аммиак и азотную кислоту по реакции



При 165°С потеря массы селитры не превышает 6 %/сут. При этом аммиак удаляется в газовую фазу, а азотная кислота накапливается в твердой и жидкой фазе и разлагается с выделением NO₂, который вступает во взаимодействие с NH₄NO₃ по реакции



Эта реакция сильно экзотермична и приводит к образованию новых порций азотной кислоты и к разогреву массы. Таким образом, азотная кислота является катализатором разложения NH₄NO₃, поэтому нельзя допускать ее накопления в массе селитры. При нагревании селитры до температуры 200–270°С протекает слабоэкзотермическая реакция



При резком повышении температуры, а также под воздействием детонаторов происходит взрывное разложение селитры по уравнению

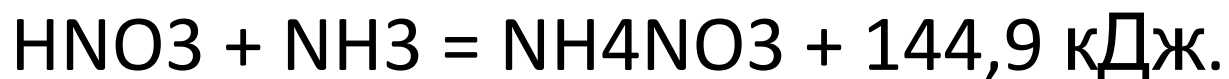


Таким образом, аммонийная селитра является слабым взрывчатым веществом и на ее основе производят взрывчатые вещества – аммониты и аммонолы, представляющие собой смеси селитры с органическими веществами или с порошкообразным алюминием.

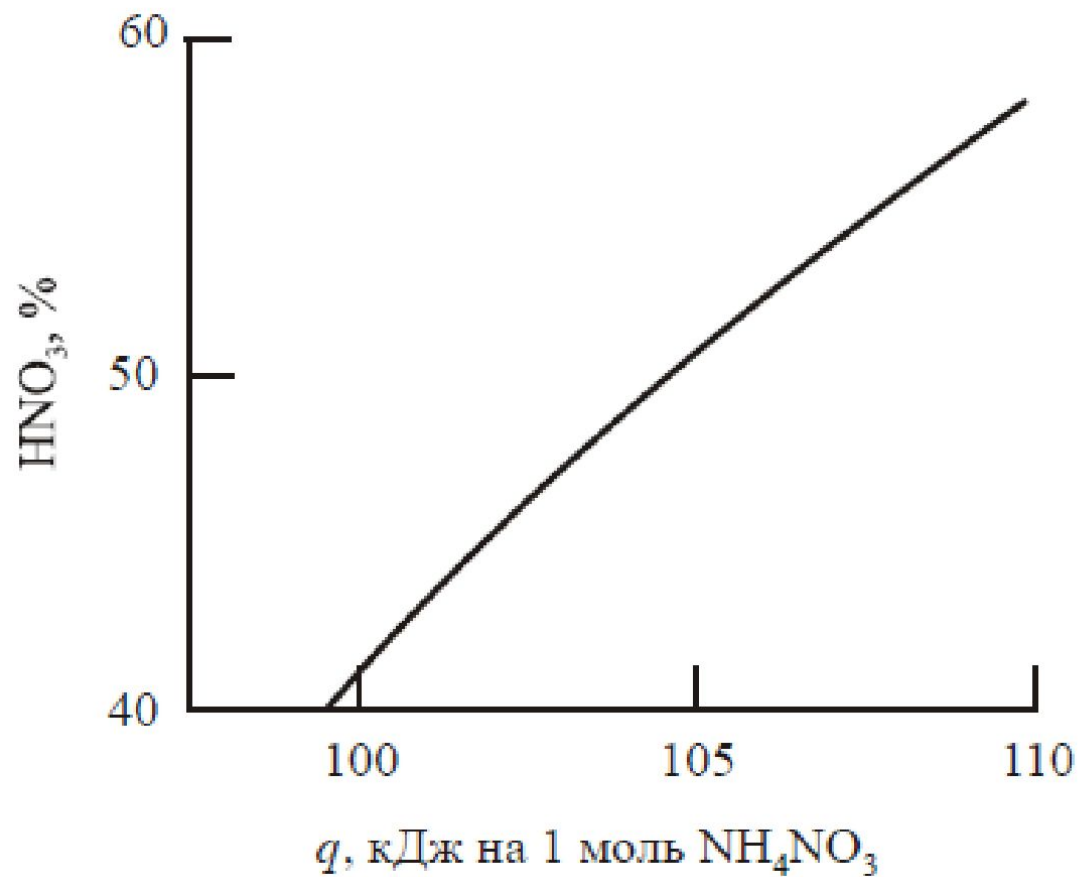
Технические характеристики	Марка А	Марка Б		
		Высший	I сорт	II сорт
Внешний вид	Гранулированный продукт без посторонних механических примесей			
Суммарная массовая доля нитритного и аммонийного азота в пересчёте:				
• на NH ₄ NO ₃ в сухом веществе, % не менее	98	не нормируется		
• на азот в сухом веществе, %, не менее	не норм.	34,4	34,4	34
Массовая доля воды, %, не более	0,3	0,3	0,3	0,3
pH 10%-ного водного раствора, не менее	5,0	5,0	5,0	5,0
Массовая доля веществ, нерастворимых в 10%-ном растворе азотной кислоты, %, не более	0,2	не нормируется		
Гранулометрический состав				
Массовая доля гранул				
• от 1 до 3 мм, %, не менее	93	не нормируется		
• от 1 до 4 мм, %, не менее	не норм.	95	95	95
• от 2 до 4 мм, %, не менее	не норм.	80	50.	не норм
• менее 1 мм, %	4	3	3	4
• более 6 мм, %	0,0	0,0	0,0	0,0
Статистическая прочность гранул н/гранулу (кг/гранулу), не менее	5/0,5	8/0,8	7/0,7	5/0,5
Рассыпчатость, %, не менее	100	100	100	100
Кондиционирующая добавка	нитрат магния			

Способы получения нитрата аммония

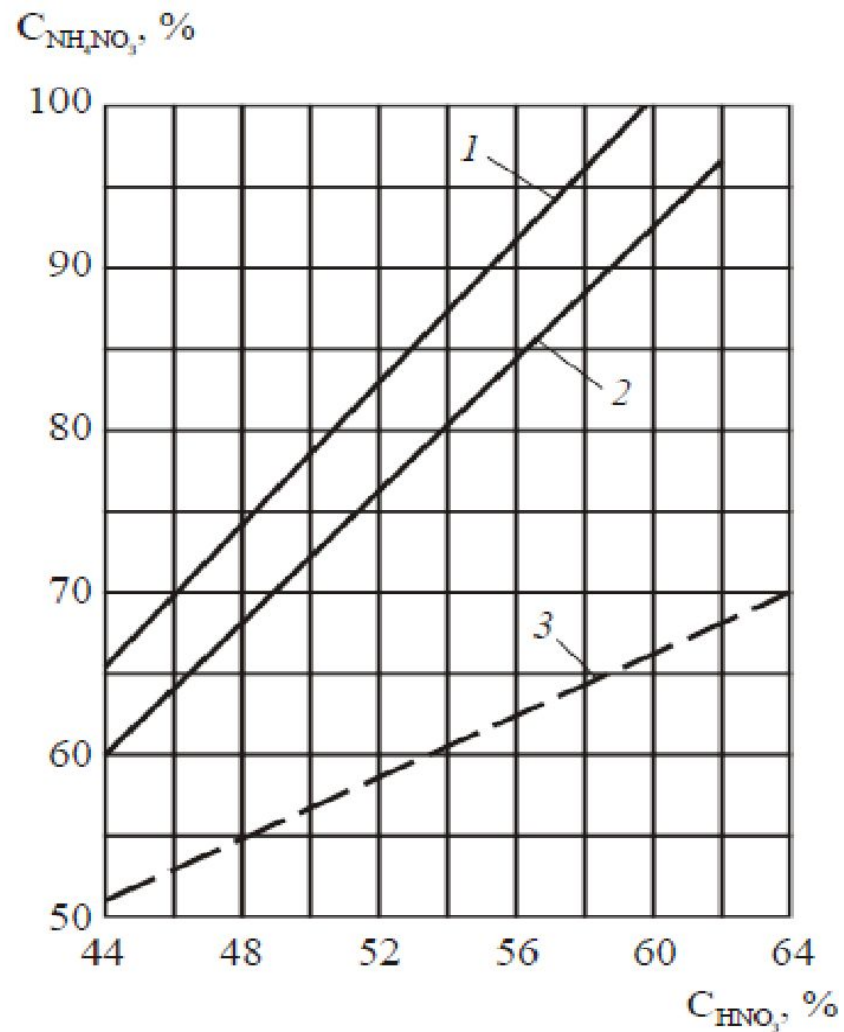
Основным способом получения нитрата аммония является нейтрализация азотной кислоты аммиаком по реакции



Сырьем для получения аммонийной селитры является азотная кислота 47–60%-ной концентрации и аммиак или аммиаксодержащие газы. В результате нейтрализации образуются водные растворы нитрата аммония, которые для получения твердого продукта подвергаются выпарке.



**Зависимость теплоты нейтрализации
от концентрации азотной кислоты**



Зависимость концентрации растворов NH_4NO_3 от концентрации азотной кислоты и температуры

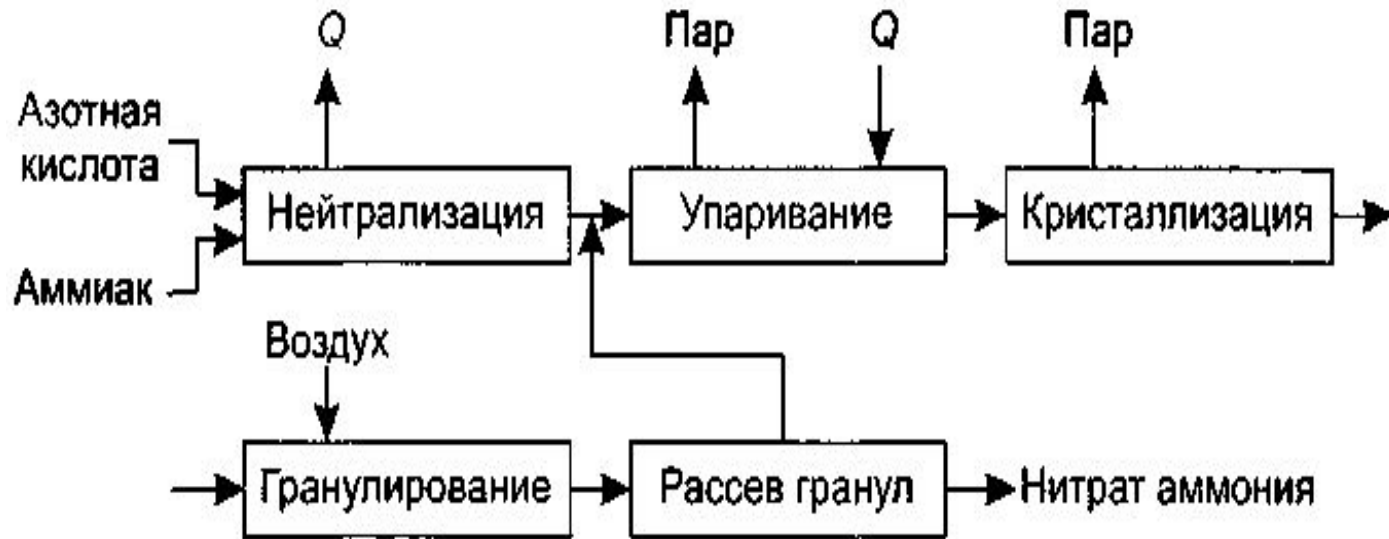
1 – 70°C ; 2 – 20°C ; 3 – без использования теплоты реакции

Технология производства аммиачной селитры

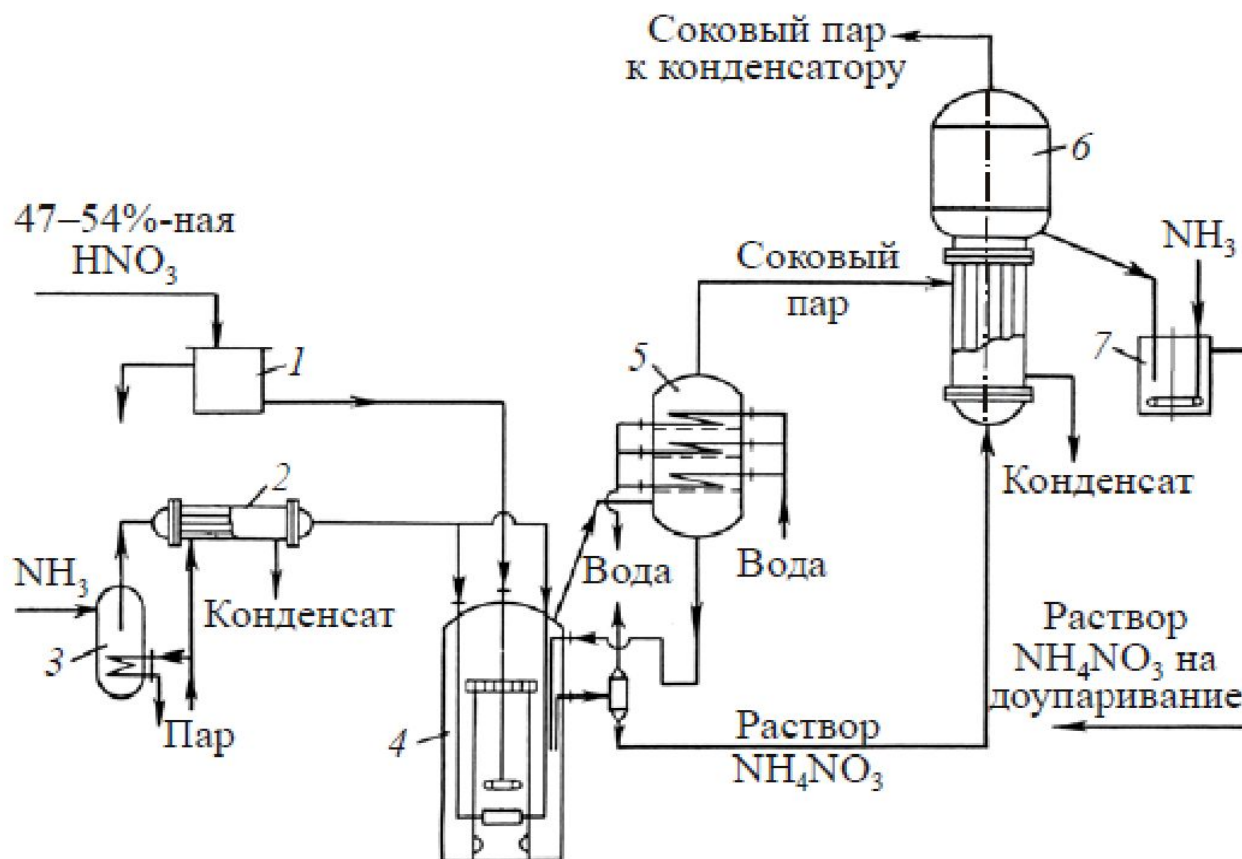
- Возможны следующие принципиально различные схемы получения аммиачной селитры с использованием тепла нейтрализации:
 - установки, работающие при атмосферном давлении (избыточное давление сокового пара 0,015 - 0,02 МПа);
 - установки с вакуум-испарителем;
 - установки, работающие под давлением, с однократным использованием тепла сокового пара;
 - установки, работающие под давлением, с двукратным использованием тепла сокового пара (получение концентрированного плава).

- Получение аммиачной селитры по этому методу состоит из следующих основных стадий:
 1. получение раствора аммиачной селитры нейтрализацией азотной кислоты аммиаком;
 2. выпаривание раствора аммиачной селитры до состояния плава;
 3. кристаллизация соли из плава;
 4. сушка и охлаждение соли;
 5. упаковка.

Принципиальная схема производства нитрата аммония

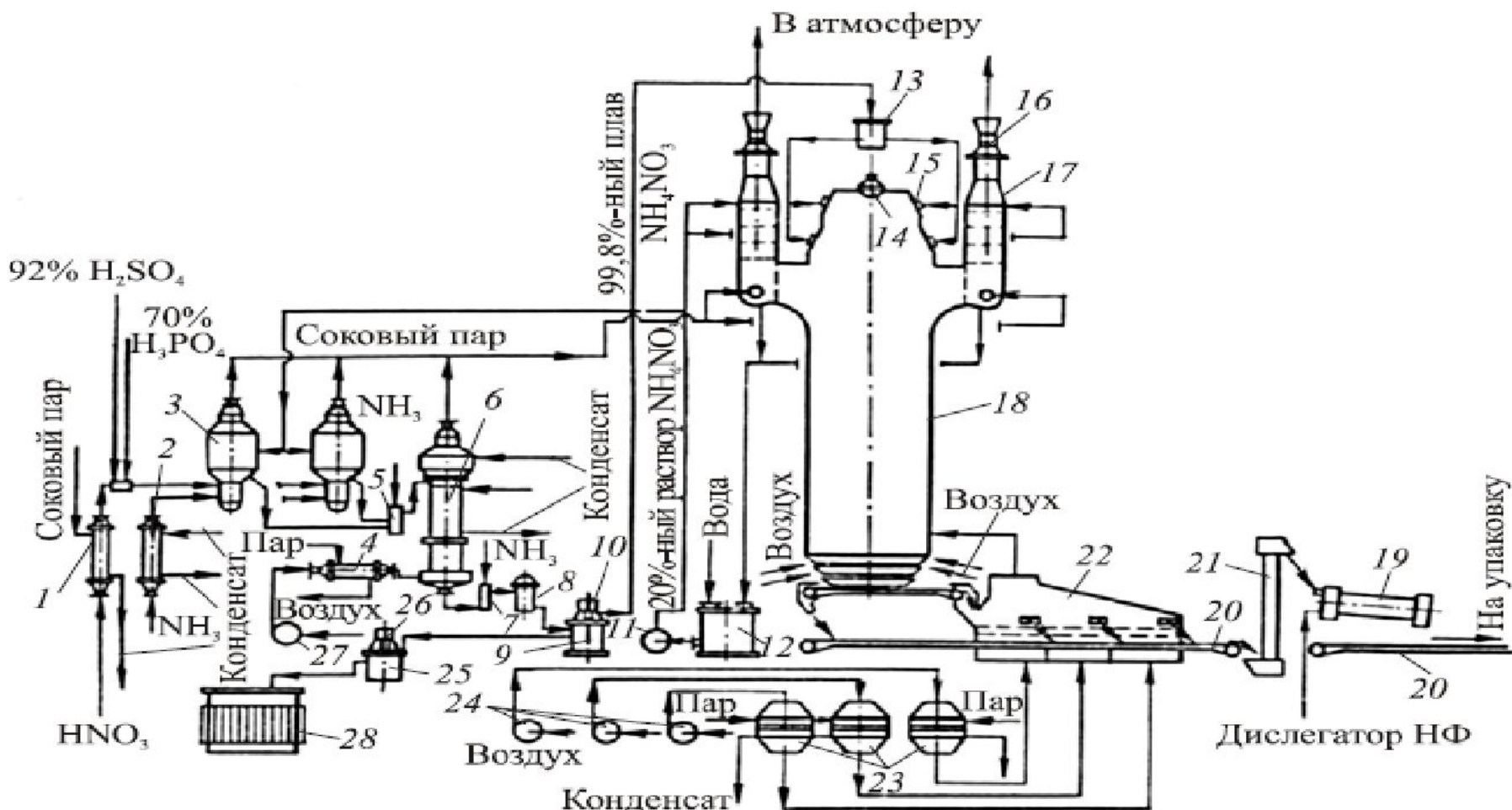


Технологическая схема нейтрализации азотной кислоты с двукратным использованием теплоты нейтрализации



1 – напорный бак азотной кислоты; 2 – подогреватель аммиака; 3 – сепаратор; 4 – аппарат ИТН; 5 – промыватель сокового пара; 6 – вакуум-выпарной аппарат; 7 – донейтрализатор

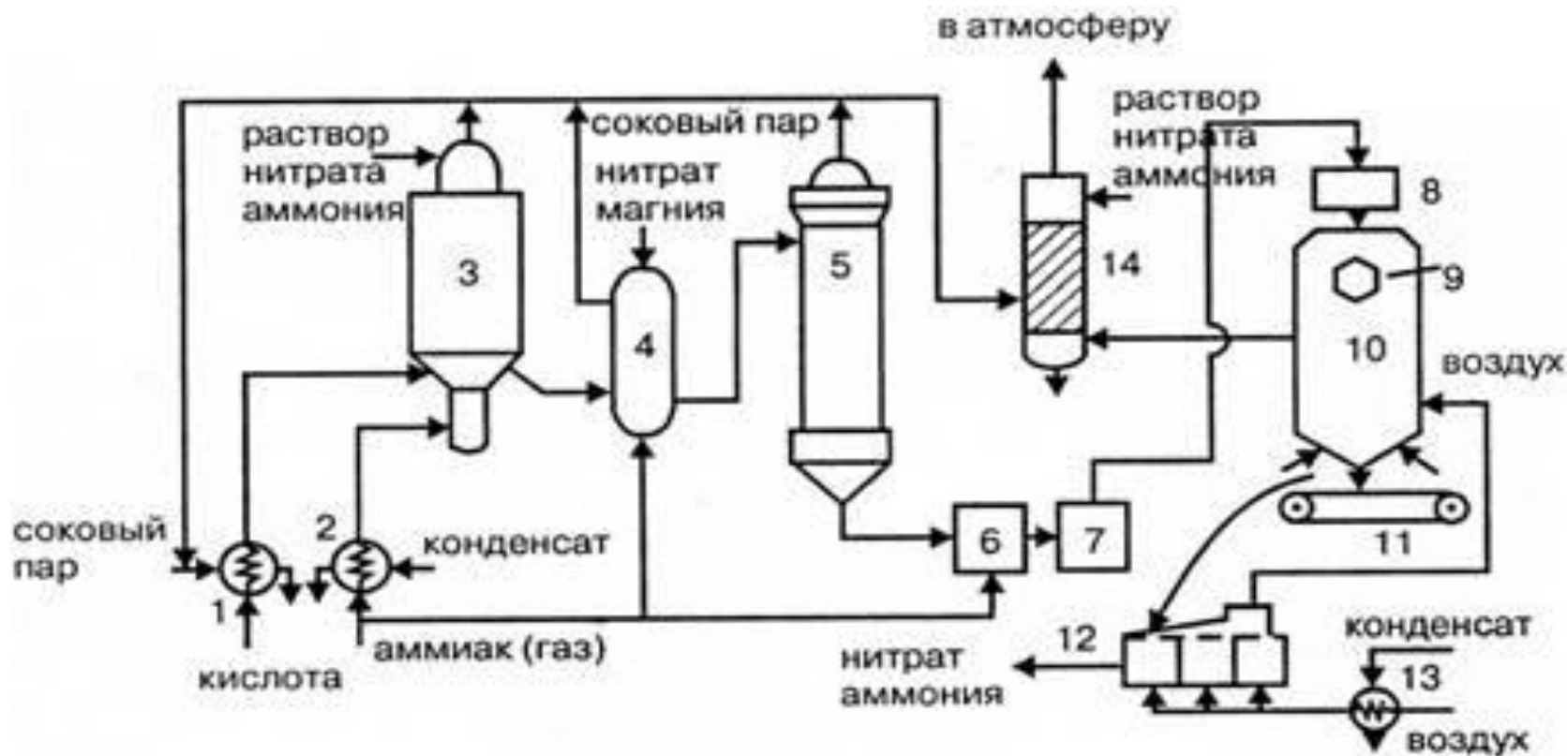
Агрегат по производству аммиачной селитры АС-72



1 – подогреватель азотной кислоты; 2 – подогреватель аммиака; 3 – аппарат ИТН; 4 – подогреватель воздуха; 5, 7 – донейтрализатор; 6 – комбинированный выпарной аппарат; 8 – фильтр плава; 9 – бак плава; 10 – погружной насос; 11 – насос; 12 – сборник раствора NH₄NO₃; 13 – напорный бак плава; 14, 15 – грануляторы; 16 – хвостовой вентилятор; 17 – промывные скрубберы; 18 – грануляционная башня; 19 – кондиционер гранул; 20 – транспортер; 21 – элеватор; 22 – охладитель гранул; 23 – подогреватели воздуха; 24 – вентиляторы; 25 – дренажный сборник плава; 26 – насос; 27 – воздуходувка; 28 – буферная емкость

Модернизированный агрегат по производству аммиачной селитры Агрегат АС-72М

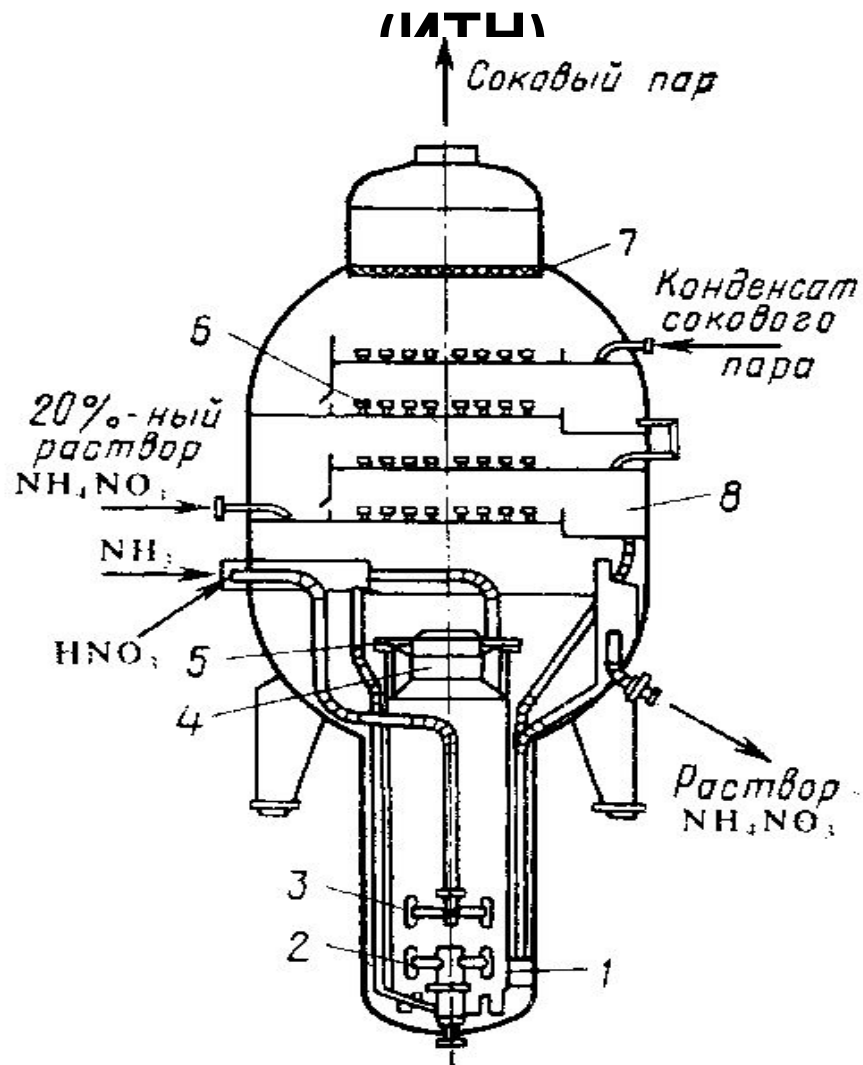
- Основные отличия модернизированного агрегата заключаются в следующем:
 - для кондиционирования применена магниезиальная добавка, что исключило потребление серной и фосфорной кислот, а также необходимость обработки гранул ПАВ;
 - установлен скруббер-нейтрализатор 8 для улавливания, не прореагировавшего аммиака в донейтрализаторах 4 и 5;
 - установлен скруббер 7 с фильтрующей насадкой для промывки паровоздушной смеси из выпарного аппарата;
 - промывной скруббер 18 грануляционной башни оснащен элементами для фильтрующей очистки выхлопных газов;
 - в схеме КИПиА усовершенствованы блокировки, обеспечивающие защиту процесса от повышений температуры в аппаратах ИТН, выпарном аппарате, баках и насосах для перекачивания плава селитры за счет дублирования приборов измерения температур и измерения рН растворов и плава.



Технологическая схема производства АС-72М

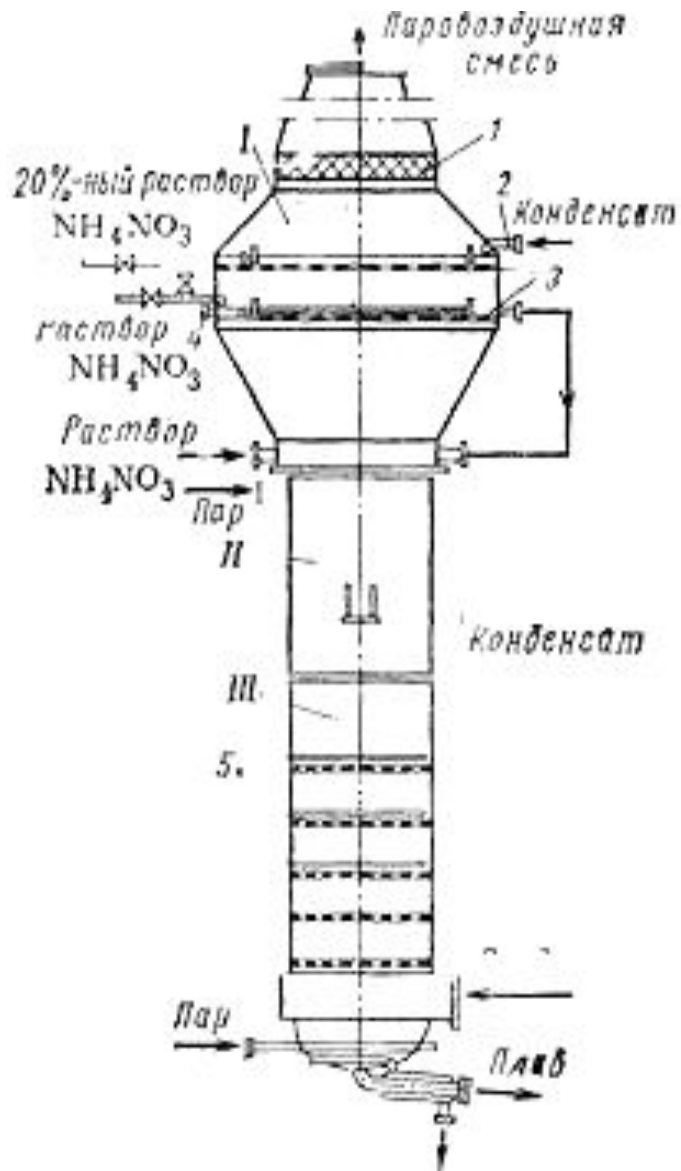
- 1 - подогреватель аммиака; 2 - подогреватель кислоты; 3 - аппарат ИТН;
 4 - донейтрализатор; 5 - выпарной аппарат; 6 - гидрозатвор-
 донейтрализатор; 7 - сборник плава; 8 - напорный бак; 9 -
 виброакустический гранулятор; 10 - грануляционная башня; 11 -
 транспортер; 12 - охладитель гранул; 13 - подогреватель воздуха; 14 -
 промывной скруббер

Аппарат с использованием теплоты нейтрализации



- 1 – реакционный стакан; 2 – барботер аммиака; 3 – барботер азотной кислоты; 4 – диффузор; 5 – завихритель; 6 – колпачковая тарелка; 7 – брызгоотбойник; 8 – промыватель

Комбинированный выпарной аппарат



I -- очистная часть; II -- трубчатая часть; III -- концентрационная часть; 1 -- сетчатый отбойник; 2 -- штуцер для ввода конденсата; 3 -- очистные переточные тарелки; 4, 5 -- змеевики; 6 -- провальные барботажные тарелки