

**ТЕХНОЛОГИИ СНИЖЕНИЯ  
ВЫБРОСОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ  
АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ**



Аммиачная селитра (нитрат аммония) является одним из многотоннажных продуктов химической промышленности, широко используемых в сельском хозяйстве и других отраслях экономики.

Среди минеральных азотсодержащих удобрений аммиачная селитра занимает ведущее место, так как является одним из наиболее эффективных безбалластных удобрений с высокой концентрацией питательных веществ и сбалансированным содержанием нитратного и аммонийного азота.

В настоящее время в России аммиачная селитра производится в основном в крупнотоннажных агрегатах АС-72, АС-72М, АС-67 с проектной

мощностью 450 тыс. т/год. Небольшая доля аммиачной селитры вырабатывается в агрегатах АС-60.

Основные загрязняющие вещества, поступающие в атмосферу с воздухом из грануляционных башен производства аммиачной селитры, — это нитрат аммония и аммиак.

В действующих агрегатах аммиачной селитры расход воздуха, подаваемого в грануляционную башню, составляет до 10 тыс. м<sup>3</sup>/т продукта. При этом содержание нитрата аммония и аммиака в паровоздушной смеси, направляемой на очистку перед выбросом в атмосферу, может достигать соответственно 1300 мг/м<sup>3</sup> и 250 мг/м<sup>3</sup>.

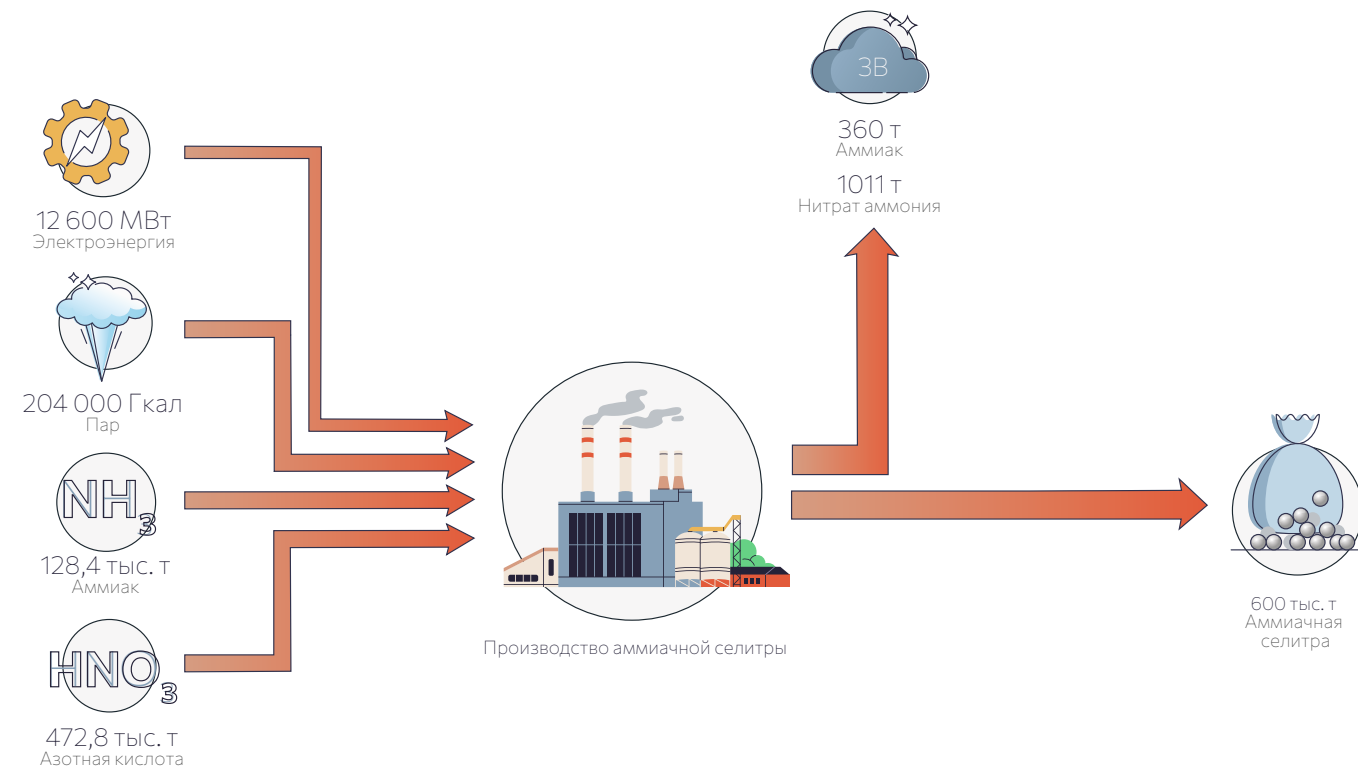
Используемые в настоящее время комбинированные системы очистки, включающие мокрую скрубберную очистку и фильтрующую очистку, позволяют достичь содержания нитрата аммония и аммиака в паровоздушной смеси, выбрасываемой в атмосферу, на уровне 30–50 мг/м<sup>3</sup> и 10–30 мг/м<sup>3</sup> соответственно (или 1,5 кг/т и 0,65 кг/т).

В новых производствах существенное снижение эмиссий загрязняющих веществ может быть достигнуто при применении технологии с замкнутым циклом подачи воздуха в грануляционную башню. Такая технология впервые в России была внедрена на одном из предприятий отрасли в 2015 г.

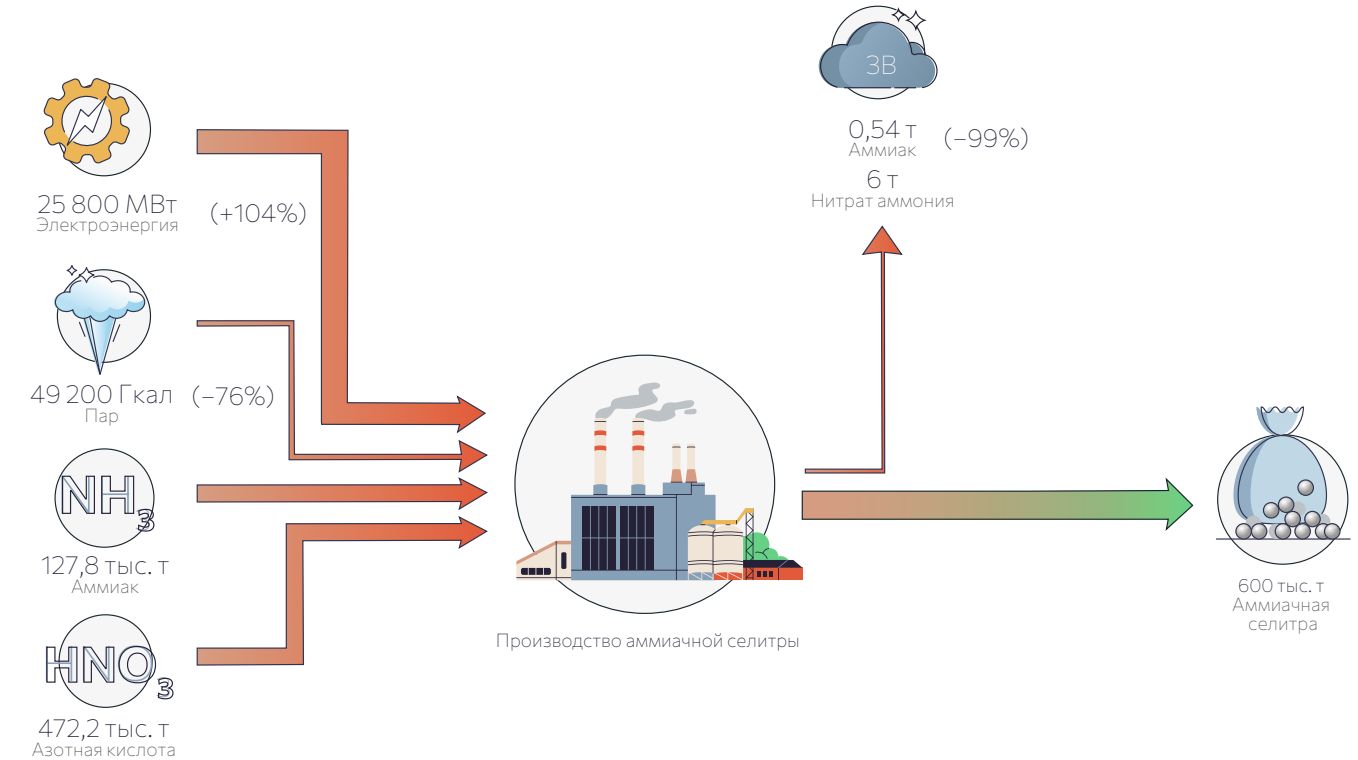
В данной технологии весь объем отходящих газов, выходящих из грануляционной башни, направляется на очистку в скруббер. В скруббере запыленного воздуха очистка осуществляется слабым раствором аммиачной селитры. После скруббера основная часть (примерно 85–90%) воздуха возвращается в грануляционную башню, а небольшая часть (10–15%) отводится в дополнительный скруббер и после финальной очистки выбрасывается в атмосферу.

Применение схемы с замкнутым контуром воздуха позволяет существенно снизить эмиссии загрязняющих веществ в атмосферу.

## 2010



## 2022



УДК 661.52

# РЕСУРСО- И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ



**А. В. Васильев**

эксперт, член ТРГ 2, разработчик ИТС НДТ «Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот»

**А. С. Малявин**

заместитель начальника отдела химической и нефтехимической промышленности ФГАУ «НИИ ЦЭПП», к.т.н.

## ВВЕДЕНИЕ

Аммиачная селитра (нитрат аммония) является одним из многотоннажных продуктов химической промышленности, широко используемых в сельском хозяйстве и других отраслях промышленности.

Среди минеральных азотсодержащих удобрений аммиачная селитра занимает ведущее место, так как это одно из наиболее эффективных безбалластных удобрений с высокой концентрацией питательных веществ и сбалансированным содержанием нитратного и аммонийного азота.

В настоящее время в России аммиачная селитра производится в основном в крупнотоннажных агрегатах АС-72, АС-72М, АС-67 с проектной мощностью 450 тыс. т/год. Небольшая доля аммиачной селитры вырабатывается в агрегатах АС-60.

В табл. 1 представлен перечень компаний — производителей аммиачной селитры, относящихся к отрасли производства минеральных удобрений.

**Таблица 1.** Перечень предприятий — производителей аммиачной селитры

№ п/п	Предприятие	Регион	Номинальная мощность, тыс. т/год
1	Филиал «КЧХК» АО «ОХК «УРАЛХИМ»	Кировская область	1481
2	ПАО «Акрон»	Новгородская область	900
3	ПАО «Дорогобуж»	Смоленская область	900
4	АО «НАК «Азот»	Тульская область	900
5	Филиал «Азот» АО «ОХК «УРАЛХИМ»	Пермский край	900
6	КАО «Азот»	Кемеровская область	900
7	ПАО «КуйбышевАзот»	Самарская область	680
8	АО «Невинномысский Азот»	Ставропольский край	600
9	АО «Минудобрения»	Воронежская область	520
10	АО «Апатит»	Вологодская область	450
11	АО «Мелеузовские минеральные удобрения»	Республика Башкортостан	450
12	АО «Аммоний»	Республика Татарстан	380
13	ООО «Ангарский азотно-туковый завод»	Иркутская область	189

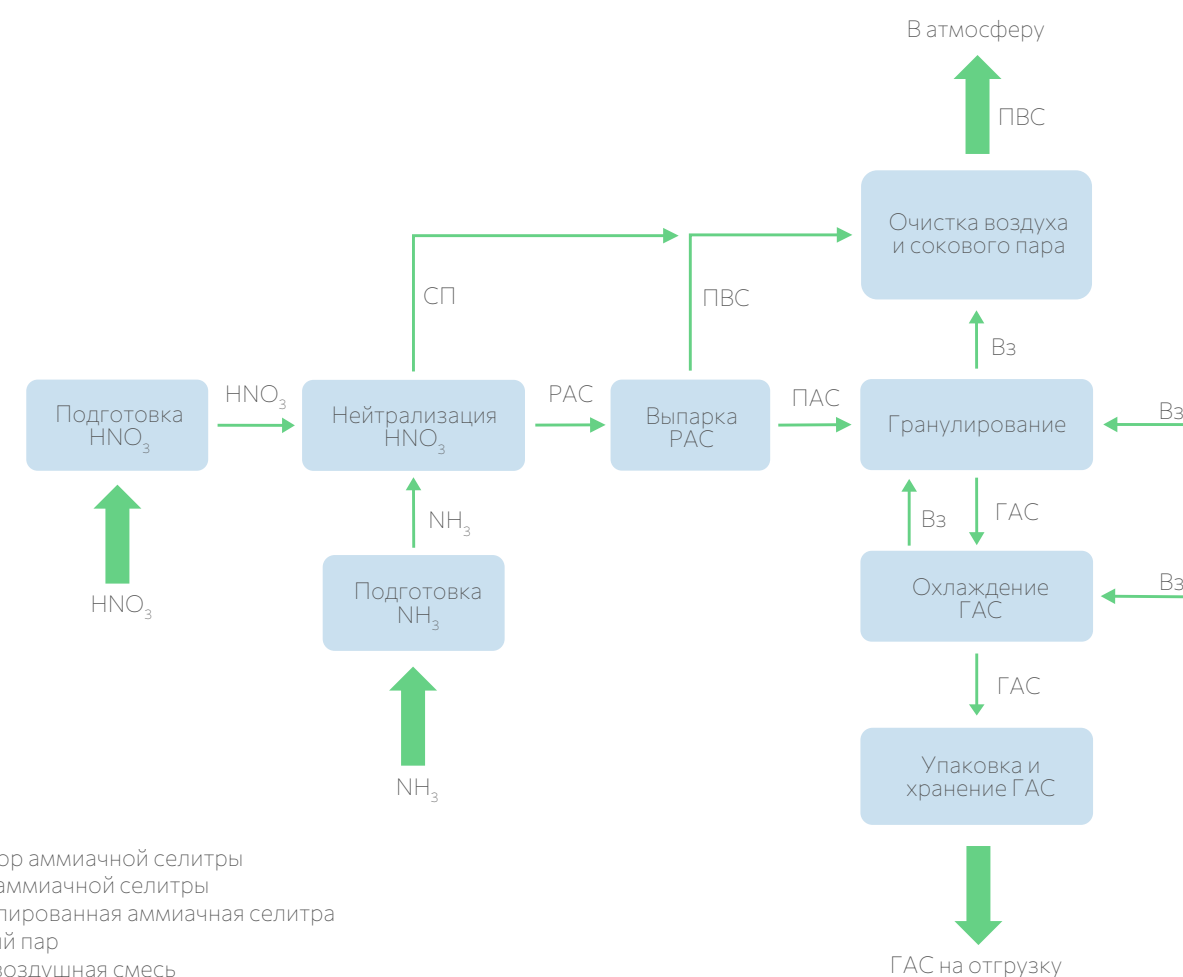
## Принципиальное описание технологических процессов, используемых в настоящее время

Указанные выше агрегаты производства аммиачной селитры отличаются технологическими схемами и аппаратным оформлением, но в основе технологического процесса лежит одна базовая технология, включающая следующие основные стадии:

- ▶ подготовка сырья;
- ▶ нейтрализация азотной кислоты газообразным аммиаком с получением раствора аммиачной селитры;
- ▶ выпаривание раствора аммиачной селитры с получением высококонцентрированного плава;

- ▶ гранулирование плава аммиачной селитры;
- ▶ охлаждение гранул;
- ▶ обработка гранул специальными антислеживающими добавками;
- ▶ очистка воздуха и сокового пара перед выбросом в атмосферу;
- ▶ упаковка и хранение готового продукта.

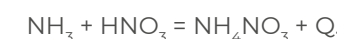
Блок-схема технологического процесса представлена на рис. 1.



РАС – раствор аммиачной селитры  
 ПАС – плава аммиачной селитры  
 ГАС – гранулированная аммиачная селитра  
 СП – соковый пар  
 ПВС – паровоздушная смесь  
 Вз – воздух

**РИС. 1.** Блок-схема технологического процесса производства аммиачной селитры

Сырьем для производства аммиачной селитры являются аммиак и неконцентрированная азотная кислота. Раствор аммиачной селитры получается в результате нейтрализации азотной кислоты газообразным аммиаком по экзотермической реакции:



Предварительно подогретые аммиак и азотная кислота подаются в реакционную часть нейтрализаторов,

называемых также аппаратами ИТН (использование тепла нейтрализации). Полученный раствор аммиачной селитры после донейтрализации избыточной кислотности направляется на стадию выпаривания.

Соковый пар, образующийся в процессе нейтрализации, после предварительной очистки от аммиака, аммиачной селитры и паров азотной кислоты в зависимости от схемы направляется на очистку вместе с воздухом из грануляционной башни и паровоздушной смесью из доупарочных

аппаратов или конденсируется в поверхностных конденсаторах. Часть сокового пара используется на подогрев исходного сырья.

В зависимости от концентрации раствора аммиачной селитры его упаривание до состояния высококонцентрированного плава осуществляется в одну или несколько ступеней. На промежуточных ступенях упаривание раствора осуществляется под вакуумом с последующей конденсацией сокового пара в поверхностных конденсаторах. Доупаривание раствора аммиачной селитры до остаточного содержания влаги 0,2–0,5% мас. осуществляется в выпарных аппаратах с падающей пленкой под избыточным давлением, близким к атмосферному. В нижнюю часть доупарочных аппаратов подается нагретый атмосферный воздух, который, проходя вверх по трубкам, вступает в контакт с плавом. После доупарочных аппаратов плавы аммиачной селитры в зависимости от схемы с помощью насоса или самотеком направляются в напорную емкость, установленную на вершину грануляционной башни.

Процесс гранулирования плава и охлаждения гранул аммиачной селитры в зависимости от схемы осуществляется в башнях прямоугольного или круглого сечения с выносным или встроенным аппаратом

охлаждения в псевдоожиженном (кипящем) слое. Поток воздуха, необходимый для процесса, обеспечивается нагнетателем снизу или вытяжными вентиляторами, установленными на вершине гранбашни.

Охлажденный продукт направляется на склад или на обработку ПАВ, а затем на отгрузку навалом или на упаковку в мешки.

Загрязненный примесями нитрата аммония и аммиака воздух из грануляционной башни, а также паровоздушная смесь из доупарочных аппаратов, соковый пар из аппаратов ИТН поступают на очистку в промывной скруббер. В промывном скруббере на массообменных тарелках осуществляется очистка паровоздушной смеси закисленным раствором нитрата аммония. Промывные скрубберы на агрегатах АС-72 и АС-72М оснащаются дополнительной ступенью фильтрующей очистки от примесей нитрата аммония. В агрегатах АС-60 воздух из гранбашен выбрасывается в атмосферу без предварительной очистки.

В табл. 2 представлены нормы расхода основных видов сырья и энергоресурсов, эмиссии загрязняющих веществ действующих агрегатов аммиачной селитры.

**Таблица 2.** Нормы расхода основных видов сырья и энергоресурсов, эмиссии загрязняющих веществ действующих агрегатов аммиачной селитры, %

Показатель	Ед. изм.	Значение показателя			
		АС-72	АС-72М	АС-67	АС-60
Аммиак (100% NH <sub>3</sub> )	кг/т	211±216	213±215	213±214	211±224
Азотная кислота (100% HNO <sub>3</sub> )	кг/т	786±790	786±795	787±788	788±831
Водяной пар	Гкал/т	0,18±0,31	0,19±0,21	0,214±0,34	0,3±0,39
Электроэнергия	кВт*ч/т	13±36	14±22	21±30,4	18,5±22
Эмиссия NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	кг/т	0,43±3,1	0,31±1,88	1,34±2,03	2,1±2,18
Эмиссия NH <sub>3</sub>	кг/т	0,05±1,3	0,05±1,3	0,48±0,72	1,84±1,92

## Улучшение экологических показателей производства аммиачной селитры

Основными загрязняющими веществами, поступающими в атмосферу с воздухом из грануляционных башен производства аммиачной селитры, являются нитрат аммония и аммиак. Известно, что потери нитрата аммония и аммиака возрастают пропорционально количеству воздуха, подаваемого в грануляционную башню.

В действующих агрегатах аммиачной селитры расход воздуха, подаваемого в грануляционную башню, составляет до 10 тыс. м<sup>3</sup>/т продукта. При этом содержание нитрата аммония и аммиака в паровоздушной смеси, направляемой на очистку перед выбросом в атмосферу, может достигать 1300 и 250 мг/м<sup>3</sup> соответственно.

Используемые в настоящее время комбинированные системы очистки, включающие мокрую скрубберную очистку и фильтрующую очистку, позволяют достичь содержания нитрата аммония и аммиака в паровоздушной смеси, выбрасываемой в атмосферу, на уровне 30–50 и 10–30 мг/м<sup>3</sup> соответственно. Учитывая высокий расход воздуха, выбрасываемого из грануляционных башен, эмиссии нитрата аммония и аммиака в крупнотоннажных агрегатах составляют в среднем 1,5 и 0,65 кг/т соответственно.

Одним из возможных путей улучшения экологических показателей действующих агрегатов является дальнейшее совершенствование систем очистки выбросов из грануляционных башен с целью снижения показателей эмиссии до уровня не более 15 мг/м<sup>3</sup> по нитрату аммония и не более 10 мг/м<sup>3</sup> по аммиаку.

В новых производствах существенное сокращение эмиссии загрязняющих веществ может быть достигнуто при применении технологии с замкнутым циклом подачи воздуха в грануляционную башню. Такая технология впервые в России была внедрена на одном из предприятий отрасли в 2015 г. На новом агрегате предусматривается выпуск двух видов продукта: аммиачная селитра низкой плотности (пористая аммиачная селитра) и аммиачная селитра высокой плотности (гладкая аммиачная селитра).

Технологическая схема производства гладкой аммиачной селитры в новом агрегате базируется на тех же основных стадиях технологического процесса, что и действующие агрегаты, но отличается аппаратурным оформлением.

Одним из принципиальных отличий нового агрегата является использование замкнутого контура циркуляции воздуха на стадии гранулирования. Как и в других агрегатах, гранулирование плава осуществляется в башне. Весь объем запыленного воздуха, выходящего из грануляционной башни, направляется на очистку в скруббер. В скруббере запыленного воздуха очистка осуществляется слабым раствором аммиачной селитры. После скруббера основная часть (примерно 85–90%) воздуха возвращается в грануляционную башню, а небольшая часть (10–15%) отводится в дополнительный скруббер и после финальной очистки выбрасывается в атмосферу. Для восполнения этой части воздуха может быть использован атмосферный воздух после подготовки или воздух из аппарата охлаждения гранул в кипящем слое.

Принципиальная технологическая схема стадии гранулирования нового агрегата представлена на рис. 2.

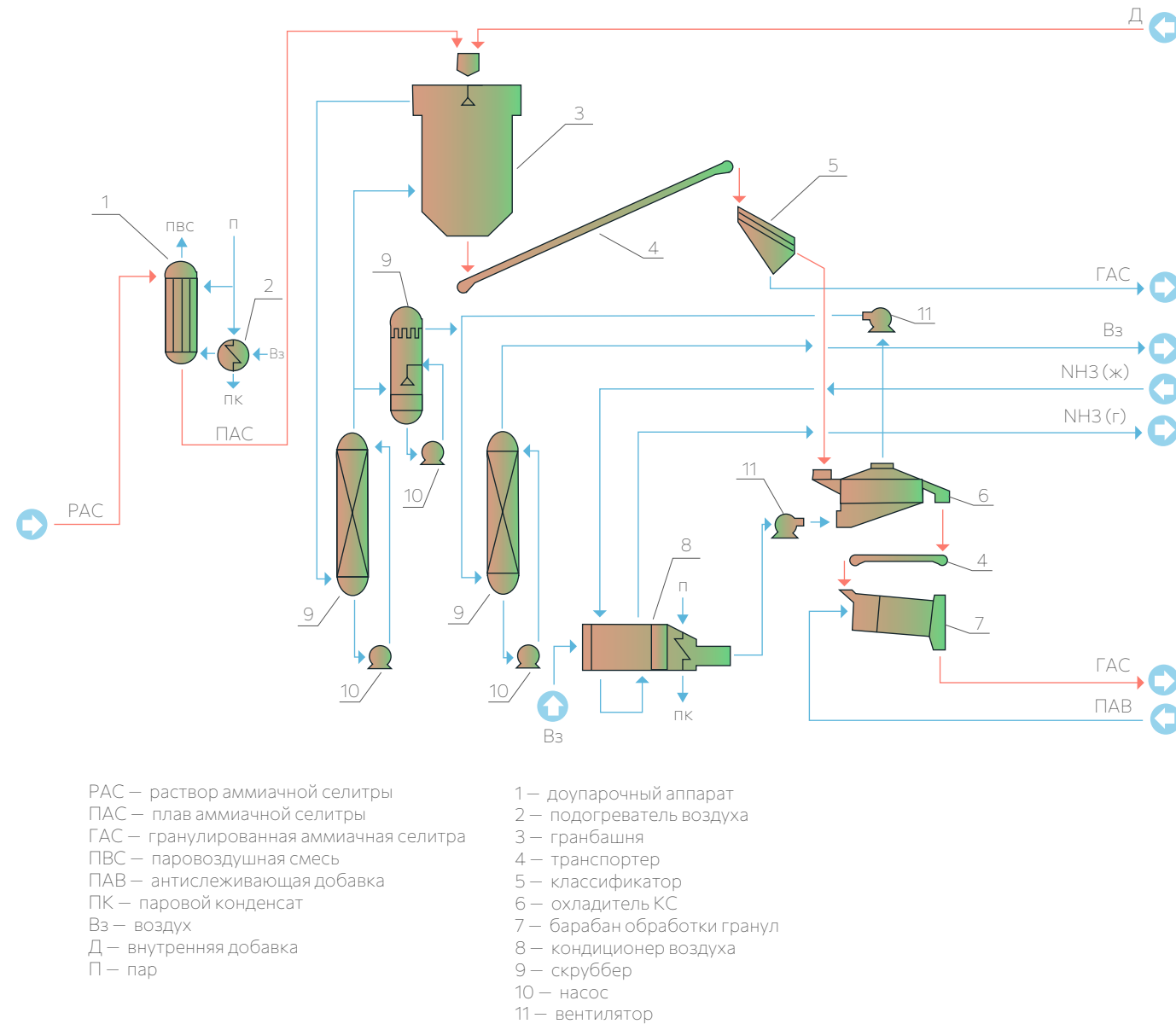


РИС. 2. Принципиальная технологическая схема агрегата с замкнутым контуром воздуха

Применение схемы с замкнутым контуром воздуха позволяет существенно снизить эмиссию загрязняющих веществ в атмосферу. В табл. 3 для сравнения представлены нормы расхода основных видов

сырья и энергоресурсов, эмиссии загрязняющих веществ для нового агрегата и агрегата АС-67, которые эксплуатируются на одном из предприятий отрасли.

Таблица 3. Нормы расхода основных видов сырья и энергоресурсов, эмиссии загрязняющих веществ для нового агрегата и агрегата АС-67

Показатель	Ед. изм.	Значение показателя	
		АС-67	новый агрегат
Аммиак (100% NH <sub>3</sub> )	кг/т	213÷214	213
Азотная кислота (100% HNO <sub>3</sub> )	кг/т	787÷788	787
Водяной пар	Гкал/т	0,214÷0,34	0,082
Электроэнергия	кВт*ч/т	21÷30,4	43
Эмиссия NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	кг/т	1,34÷2,03	0,01
Эмиссия NH <sub>3</sub>	кг/т	0,48÷0,72	0,0009

## ЛИТЕРАТУРА

- ИТС НДТ 2-2019 «Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот».
- Иванов М. Е., Олевский В. М., Поляков Н. Н., Стрижевский И. И., Ферд М. Л., Цеханская Ю. В. Технология аммиачной селитры. М.: Химия. 1978. 312 с.
- Чернышев А. К., Левин Б. В., Туголуков А. В., Огарков А. А., Ильин В. А. Аммиачная селитра: свойства, производство, применение. М., 2009. 544 с.
- Справочник азотчика. Производство разбавленной и концентрированной азотной кислоты: Производство азотных удобрений: Материалы, компрессоры и газгольдеры производства азотной кислоты и удобрений: Энергоснабжение производств связанного азота и органических продуктов: Техника безопасности производств связанного азота и органических продуктов. 2-е изд. перераб. М.: Химия. 1987. 464 с.
- Prilled ammonium nitrate: shifting from LDAN to HDAN. — Материалы конференции ANNA, Eindhoven 2016.